

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2004年 9月24日

出願番号
Application Number: 特願2004-278259

パリ条約による外国への出願に用いる優先権の主張の基礎となる出願の国コードと出願番号

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is

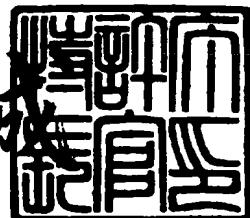
出願人
Applicant(s): 株式会社半導体エネルギー研究所

J P 2004-278259

2005年 9月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 鳴 証



REST AVAILABLE COPY

【宣状番号】
【整理番号】
【提出日】
【あて先】
【発明者】
【住所又は居所】
【氏名】
【発明者】
【住所又は居所】
【氏名】
【特許出願人】
【識別番号】
【氏名又は名称】
【代表者】
【手数料の表示】
【予納台帳番号】
【納付金額】
【提出物件の目録】
【物件名】
【物件名】
【物件名】
【物件名】
付封類
P008187
平成16年 9月24日
特許庁長官 殿
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所
所内
熊木 大介
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所
所内
瀬尾 哲史
000153878
株式会社半導体エネルギー研究所
山崎 舜平
002543
16,000円
特許請求の範囲 1
明細書 1
図面 1
要約書 1

【請求項 1】

対向して設けられた第1の電極と第2の電極との間に、
第1の層と、第2の層と、第3の層とを有し、
前記第1の層とはドナー準位を有する層であり、
前記第2の層はアクセプタ準位を有する層であり、
前記第3の層は発光物質を含む層を含む単層もしくは積層体であり、
前記第1の層、第2の層、第3の層は順番に積層されており、
前記第1の電極は前記第1の層に接して設けられており、
前記第2の電極は前記第3の層に接して設けられており、
前記第1の電極の電位を前記第2の電極の電位より高くした際、
前記第2の層から発生した正孔が前記第3の層に注入されるように接合されていることを特徴とする発光装置。

【請求項 2】

対向して設けられた第1の電極と第2の電極との間に、
第1の層と、第2の層と、第3の層と、第4の層とを有し、
前記第1の層と前記第4の層とはドナー準位を有する層であり、
前記第2の層はアクセプタ準位を有する層であり、
前記第3の層は発光物質を含む層を含む単層もしくは積層体であり、
前記第1の層、第2の層、第3の層及び第4の層は順番に積層されており、
前記第1の電極は前記第1の層に接して設けられており、
前記第2の電極は前記第4の層に接して設けられており、
前記第1の電極の電位を前記第2の電極の電位より高くした際、
前記第2の層から発生した正孔と、前記第4の層から発生した電子が前記第3の層に注入されるように接合されていることを特徴とする発光装置。

【請求項 3】

対向して設けられた第1の電極と第2の電極との間に、
第1の層と、第2の層と、第3の層と、第4の層と、第5の層とを有し、
前記第1の層と前記第4の層とはドナー準位を有する層であり、
前記第2の層と第5の層はアクセプタ準位を有する層であり、
前記第3の層は発光物質を含む層を含む単層もしくは積層体であり、
前記第1の層、第2の層、第3の層、第4の層及び第5の層は順番に積層されており、
前記第1の電極は前記第1の層に接して設けられており、
前記第2の電極は前記第5の層に接して設けられており、
前記第1の電極の電位を前記第2の電極の電位より高くした際、
前記第2の層から発生した正孔と、前記第4の層から発生した電子が前記第3の層に注入されるように接合されていることを特徴とする発光装置。

【請求項 4】

対向して設けられた第1の電極と第2の電極との間に、
第1の層と、第2の層と、第3の層とを有し、
前記第1の層は正孔よりも電子の移動度が高い第1の物質と前記第1の物質に電子を供与することが可能な第2の物質を含む層であり、
前記第2の層は電子よりも正孔の移動度が高い第3の物質と前記第3の物質から電子を受容することが可能な第4の物質を含む層であり、
前記第3の層は発光物質を含む層を含む単層もしくは積層体であり、
前記第1の層、第2の層、第3の層は順番に積層されており、
前記第1の電極は前記第1の層に接して設けられており、
前記第2の電極は前記第3の層に接して設けられており、
前記第1の電極の電位を前記第2の電極の電位より高くした際、

前記第 1 の層は正孔よりも電子の移動度が高い第 1 の物質と前記第 1 の物質に電子を供与することが可能な第 2 の物質を含む層であり、前記第 1 の層から発生した正孔と、前記第 4 の層から発生した電子が前記第 3 の層に注入されるように接合されていることを特徴とする発光装置。

【請求項 5】

対向して設けられた第 1 の電極と第 2 の電極との間に、
第 1 の層と、第 2 の層と、第 3 の層と、第 4 の層とを有し、
前記第 1 の層は正孔よりも電子の移動度が高い第 1 の物質と前記第 1 の物質に電子を供与することが可能な第 2 の物質を含む層であり、
前記第 2 の層は電子よりも正孔の移動度が高い第 3 の物質と前記第 3 の物質から電子を受容することが可能な第 4 の物質を含む層であり、
前記第 3 の層は発光物質を含む層を含む単層もしくは積層体であり、
前記第 4 の層は正孔よりも電子の移動度が高い第 5 の物質と前記第 5 の物質に電子を供与することが可能な第 6 の物質を含む層であり、
前記第 1 の層、第 2 の層、第 3 の層及び第 4 の層は順番に積層されており、
前記第 1 の電極は前記第 1 の層に接して設けられており、
前記第 2 の電極は前記第 4 の層に接して設けられており、
前記第 1 の電極の電位を前記第 2 の電極の電位より高くした際、
前記第 2 の層から発生した正孔と、前記第 4 の層から発生した電子が前記第 3 の層に注入されるように接合されていることを特徴とする発光装置。

【請求項 6】

請求項 5において、
前記第 1 の物質と前記第 5 の物質は互いに同じ材料もしくは異なる材料形成され、
前記第 2 の物質と前記第 6 の物質は互いに同じ材料もしくは異なる材料形成されていることを特徴とする発光装置。

【請求項 7】

対向して設けられた第 1 の電極と第 2 の電極との間に、
第 1 の層と、第 2 の層と、第 3 の層と、第 4 の層と、第 5 の層とを有し、
前記第 1 の層は正孔よりも電子の移動度が高い第 1 の物質と前記第 1 の物質に電子を供与することが可能な第 2 の物質を含む層であり、
前記第 2 の層は電子よりも正孔の移動度が高い第 3 の物質と前記第 3 の物質から電子を受容することが可能な第 4 の物質を含む層であり、
前記第 3 の層は発光物質を含む層を含む単層もしくは積層体であり、
前記第 4 の層は正孔よりも電子の移動度が高い第 5 の物質と前記第 5 の物質に電子を供与することが可能な第 6 の物質を含む層であり、
前記第 5 の層は電子よりも正孔の移動度が高い第 7 の物質と前記第 7 の物質から電子を受容することが可能な第 8 の物質を含む層であり、
前記第 1 の層、第 2 の層、第 3 の層、第 4 の層及び第 5 の層は順番に積層されており、
前記第 1 の電極は前記第 1 の層に接して設けられており、
前記第 2 の電極は前記第 5 の層に接して設けられており、
前記第 1 の電極の電位を前記第 2 の電極の電位より高くした際、
前記第 2 の層から発生した正孔と、前記第 4 の層から発生した電子が前記第 3 の層に注入されるように接合されていることを特徴とする発光装置。

【請求項 8】

請求項 5において、
前記第 1 の物質と前記第 5 の物質は互いに同じ材料もしくは異なる材料形成され、
前記第 2 の物質と前記第 6 の物質は互いに同じ材料もしくは異なる材料形成され、
前記第 3 の物質と前記第 7 の物質は互いに同じ材料もしくは異なる材料形成され、
前記第 4 の物質と前記第 8 の物質は互いに同じ材料もしくは異なる材料形成されていることを特徴とする発光装置。

【発明の名称】発光装置

【技術分野】

【0001】

本発明は電極間に発光物質を含む薄膜を挟んでなり、電流を流すことで発光する発光素子及び当該発光素子を用いた表示装置、ひいては当該発光素子を用いた電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

電流を流すことで自身が発光する自発光型の薄膜発光素子を用いたディスプレイの開発が盛んに進められている。

【0003】

これらの薄膜発光素子は有機、無機もしくはその両方を用いて形成された単層、多層薄膜に電極を接続し、電流を流すことで発光する。このような薄膜発光素子は、低消費電力化、省スペース化、視認性などが有望視されており、今後市場のさらなる拡大も期待されている。

【0004】

このうち、多層構造を有する発光素子は層毎にその機能を分けることで、それ以前と比較して高効率に発光する素子を作成することができようになった（例えは非特許文献1参照）。

【非特許文献1】C. W. タンら、アプライド フィジクス レターズ、Vol. 5 No. 12, 913-915 (1987)

【0005】

多層構造を有する薄膜発光素子は、一対の電極の間に、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層などにより構成される発光積層体をはさんでなり、一方の電極に他方の電極よりも高い電圧をかけることによって発光を得ることができる。このうち正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層は素子構成によっては用いない層があっても良い。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記構成の発光積層体を形成するためには、それぞれに適した特性を有する材料を選択するが、発光積層体を挟む電極もそれぞれに適した特性を有する材料を選ぶことが必要となる。

【0007】

具体的には、他方の電極より高い電圧をかける必要がある電極には仕事関数の大きい材料（約4.0eV以上）、もう一方の電極には仕事関数の小さい材料（約3.8eV以下）の材料を選ぶ必要があった。

【0008】

しかし、これらの電極は成膜性、成膜方法、透光性の有る無し及び導電性なども考慮して選択を行わなければいけない為、非常に選択の幅が狭いのが現状である。

【0009】

そこで本発明では電極の仕事関数を考慮しなくとも良くなるような発光素子又は発光装置を提供することを課題とする。また、電極材料の選択の幅を広げることが可能な発光素子又は発光装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決する為の本発明の発光装置における構成の一は、対向して設けられた第1の電極と第2の電極との間に、第1の層と、第2の層と、第3の層とを有し、第1の層とはドナー準位を有する層であり、第2の層は発光物質を含む層を含む単層もしくは積層

同じのと、第1の層はノンセノノ半世で有りの層とのと、第2の層、第3の層、第4の層及び第4の層は順番に積層されており、第1の電極は第1の層に接して設けられており、第2の電極は第3の層に接して設けられており、第1の電極の電位を第2の電極の電位より高くなるようにかけた際、第2の層から発生した正孔が第3の層に注入されるように接合されていることを特徴とする。

【0011】

上記課題を解決する為の本発明の発光装置における構成の一は、対向して設けられた第1の電極と第2の電極との間に、第1の層と、第2の層と、第3の層と、第4の層とを有し、第1の層と第4の層とはドナー準位を有する層であり、第2の層は発光物質を含む層を含む単層もしくは積層体であり、第3の層はアクセプタ準位を有する層であり、第1の層、第2の層、第3の層及び第4の層は順番に積層されており、第1の電極は第1の層に接して設けられており、第2の電極は第4の層に接して設けられており、第1の電極の電位を第2の電極の電位より高くなるようにかけた際、第2の層から発生した正孔と、第4の層から発生した電子が第3の層に注入されるように接合されていることを特徴とする。

【0012】

上記課題を解決する為の本発明の発光装置における構成の一は、対向して設けられた第1の電極と第2の電極との間に、第1の層と、第2の層と、第3の層と、第4の層と、第5の層とを有し、第1の層と第4の層とはドナー準位を有する層であり、第2の層は発光物質を含む層を含む単層もしくは積層体であり、第3の層と第5の層はアクセプタ準位を有する層であり、第1の層、第2の層、第3の層、第4の層及び第5の層は順番に積層されており、第1の電極は第1の層に接して設けられており、第2の電極は第5の層に接して設けられており、第1の電極の電位を第2の電極の電位より高くなるようにかけた際、第2の層から発生した正孔と、第4の層から発生した電子が第3の層に注入されるように接合されていることを特徴とする。

【0013】

上記課題を解決する為の本発明の発光装置における構成の一は、対向して設けられた第1の電極と第2の電極との間に、第1の層と、第2の層と、第3の層とを有し、前記第1の層は正孔よりも電子の移動度が高い第1の物質と前記第1の物質に電子を供与することが可能な第2の物質を含む層であり、前記第2の層は電子よりも正孔の移動度が高い第3の物質と前記第3の物質から電子を受容することが可能な第4の物質を含む層であり、前記第3の層は発光物質を含む層を含む単層もしくは積層体であり、前記第1の層、第2の層、第3の層は順番に積層されており、前記第1の電極は前記第1の層に接して設けられており、前記第2の電極は前記第3の層に接して設けられており、前記第1の電極の電位を前記第2の電極の電位より高くした際、前記第2の層から発生した正孔が前記第3の層に注入されるように接合されていることを特徴とする。

【0014】

上記課題を解決する為の本発明の発光装置における構成の一は、対向して設けられた第1の電極と第2の電極との間に、第1の層と、第2の層と、第3の層と、第4の層とを有し、前記第1の層は正孔よりも電子の移動度が高い第1の物質と前記第1の物質に電子を供与することが可能な第2の物質を含む層であり、前記第2の層は電子よりも正孔の移動度が高い第3の物質と前記第3の物質から電子を受容することが可能な第4の物質を含む層であり、前記第3の層は発光物質を含む層を含む単層もしくは積層体であり、前記第4の層は正孔よりも電子の移動度が高い第5の物質と前記第5の物質に電子を供与することが可能な第6の物質を含む層であり、前記第1の層、第2の層、第3の層及び第4の層は順番に積層されており、前記第1の電極は前記第1の層に接して設けられており、前記第2の電極は前記第4の層に接して設けられており、前記第1の電極の電位を前記第2の電極の電位より高くした際、前記第2の層から発生した正孔と、前記第4の層から発生した電子が前記第3の層に注入されるように接合されていることを特徴とする。

【0015】

上記課題を解決する為の本発明の発光装置における構成の一は、対向して設けられた第

101 電極と第2の電極との間に、第1の層と、第2の層と、第3の層と、第4の層と、第5の層とを有し、前記第1の層は正孔よりも電子の移動度が高い第1の物質と前記第1の物質に電子を供与することが可能な第2の物質を含む層であり、前記第2の層は電子よりも正孔の移動度が高い第3の物質と前記第3の物質から電子を受容することが可能な第4の物質を含む層であり、前記第3の層は発光物質を含む層を含む単層もしくは積層体であり、前記第4の層は正孔よりも電子の移動度が高い第5の物質と前記第5の物質に電子を供与することが可能な第6の物質を含む層であり、前記第5の層は電子よりも正孔の移動度が高い第7の物質と前記第7の物質から電子を受容することが可能な第8の物質を含む層であり、前記第1の層、第2の層、第3の層、第4の層及び第5の層は順番に積層されており、前記第1の電極は前記第1の層に接して設けられており、前記第2の電極は前記第5の層に接して設けられており、前記第1の電極の電位を前記第2の電極の電位より高くした際、前記第2の層から発生した正孔と、前記第4の層から発生した電子が前記第3の層に注入されるように接合されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

上記構成を有する本発明の発光装置は、電極の材料を選択する際、仕事関数を考慮する必要が無くなる。また、電極材料の選択の幅を広げることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【0018】

(実施の形態1)

本実施の形態では、図1を参照しながら本発明の発光装置の構成について説明する。本発明の発光装置は発光材料を含む発光積層体104とアクセプタ準位を有する層105とドナー準位を有する層103が接して積層されている。また、第1の電極101は発光積層体104に、第2の電極106はドナー準位を有する層103に接して設けられ、発光積層体104とアクセプタ準位を有する層105とドナー準位を有する層103の積層体は第1の電極101と第2の電極106に挟まれている構造を有する発光素子を有している。当該発光素子は基板や絶縁膜など平坦な面を有する絶縁物100の上に設けられるが、平坦な面を有する絶縁物100からの積層順は第1の電極101から積層しても(図1(A))、第2の電極106から積層しても(図1(B))どちらでも良い。

【0019】

そして当該構成を有する発光素子に第1の電極101の電位が第2の電極の電位よりも低くなるように電圧を印可することによって発光積層体104より発光を得ることができる。

【0020】

ドナー準位を有する層103は電子輸送性の材料と当該電子輸送性の材料に電子を供与することができる電子供与性の材料の両方を含む層やN型半導体の層、もしくはN型半導体を含む層により形成する。上記電子輸送性の材料としては例えは、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(略称:Alq₃)、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(略称:Alma₃)、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]-キノリナト)ペリリウム(略称:BeBa₂)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)-4-フェニルフェノラト-アルミニウム(略称:BA1q)等キノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体等からなる材料を用いることができる。また、この他、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾオキサゾラト]亜鉛(略称:Zn(BOX)₂)、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾチアゾラト]亜鉛(略称:Zn(BTZ)₂)などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体などの材料も用いることができる。

ぐる。 ぐつに、 並用組合せパリメ、 メチルフェニルノーノーメチルエーテル（略称：PBD）、 1, 3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール（略称：PBD）、 1, 3-ビス[5-(4-tert-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン（略称：OXD-7）、 3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-5-(4-ビフェニリル)-1, 2, 4-トリアゾール（略称：TAZ）、 3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-(4-エチルフェニル)-5-(4-ビフェニリル)-1, 2, 4-トリアゾール（略称：p-EtTAZ）、 バソフェナントロリン（略称：BP hen）、 バソキュプロイン（略称：BCP）等を用いることができる。 また、 これら電子輸送性の材料に電子を与えることができる電子供与性の材料としては、 例えは、 リチウム、 セシウムなどのアルカリ金属、 マグネシウム、 カルシウムなどのアルカリ土類金属、 エルビウム、 イッテルビウムなどの希土類金属、 及びそれら金属を含む合金、 金属化合物などを用いることができるが、 電子輸送性の材料との組み合わせによってそれ電子供与が可能な電子供与性の材料を選択する。 また、 これら電子輸送性の材料と電子供与性の材料とを含む層にモリブデン酸化物、 亜鉛酸化物及びチタン酸化物に代表される金属酸化物を含ませても良い。 また、 N型半導体としては金属酸化物などの金属化合物も用いることができる、 亜鉛酸化物、 亜鉛硫化物、 亜鉛セレン化物、 チタン酸化物などがを用いることができる。

【0021】

アクセプタ準位を有する層105は、 正孔輸送性の材料と当該正孔輸送性の材料から電子を受け取ることができる電子受容性の材料の両方を含む層やP型半導体の層、 もしくはP型半導体を含む層により形成する。 上記正孔輸送性の材料としては例えは、 4, 4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]-ビフェニル（略称： α -NPD）や4, 4'-ビス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]-ビフェニル（略称：TPD）や4, 4', 4'-トリス(N, N-ジフェニルアミノ)-トリフェニルアミン（略称：T DATA）、 4, 4', 4'-トリス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]-トリフェニルアミン（略称：MT DATA）や4, 4'-ビス(N-(4-(N, N-ジ-m-トリルアミノ)フェニル)-N-フェニルアミノ)ビフェニル（略称：DNTPD）などの芳香族アミン系（即ち、 ベンゼン環-窒素の結合を有する）の化合物やフタロシアニン（略称：H2Pc）、 銅フタロシアニン（略称：CuPc）、 バナジルフタロシアニン（略称：VOPc）等のフタロシアニン化合物を用いることができる。 また、 これら正孔輸送性の材料から電子を受け取ることができる電子受容性の材料としては、 例えは、 モリブデン酸化物、 バナジウム酸化物、 7, 7, 8, 8, 1-テトラシアノキノジメタン（略称：TCNQ）、 2, 3-ジシアノナフトキノン（略称：DCNNQ）、 2, 3, 5, 6-テトラフルオロー-7, 7, 8, 8, 1-テトラシアノキノジメタン（略称：F4-TCNQ）等が挙げられるが、 正孔輸送性の材料との組み合わせによってそれ電子受容が可能な電子受容性の材料を選択する。 また、 P型半導体としてはモリブデン酸化物、 バナジウム酸化物、 ルテニウム酸化物、 コバルト酸化物、 ニッケル酸化物及び銅酸化物などの金属酸化物を用いることができる。

【0022】

発光積層体104は単層で形成しても複数層で形成しても構わず、 発光積層体104における発光層と第1の電極101との間に電子輸送層、 発光積層体104における発光材料が分散された層とアクセプタ準位を有する層105との間に正孔輸送層を設けても良い。 これらの層は設けられていても設けられていても良く、 そのどちらかのみが設けられていても良い。 また、 正孔輸送層、 電子輸送層の材料としては、 それぞれ上記アクセプタ準位を有する層における正孔輸送性の材料、 上記ドナー準位を有する層における電子輸送性の材料に準じるため、 ここでは説明を省略する。 各々の記載を参照されたい。

【0023】

発光積層体104における発光層には大きく分けて2つの種類ある。 一つは発光物質の有するエネルギー-ギャップよりも大きいエネルギー-ギャップを有する材料からなる層に発光中心となる発光材料を分散して含む層と、 もう一つは発光材料のみで発光層を構成する層

この場合、前段は銀又アルカリ金属等によく、又新しい構成である。アルカリ金属のアルカリ質としては、4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-(1,1,7,7-テトラメチルジュロリジル-9-エニル)-4H-ピラン(略称:DCJT)、4-ジシアノメチレン-2-t-ブチル-6-(1,1,7,7-テトラメチルジュロリジル-9-エニル)-4H-ピラン、ペリフランテン、2,5-ジシアノ-1,4-ビス(10-メトキシ-1,1,7,7-テトラメチルジュロリジル-9-エニル)ベンゼン、N,N'-ジメチルキナクリドン(略称:DMQd)、クマリン6、クマリン545T、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(略称:Alq3)、9,9'-ビアントリル、9,10-ジフェニルアントラセン(略称:DPA)や9,10-ビス(2-ナフチル)アントラセン(略称:DNA)、2,5,8,11-テトラ-t-ブチルペリレン(略称:TBP)等が挙げられる。また、上記発光材料を分散してなる層を形成する場合に母体となる材料としては、9,10-ジ(2-ナフチル)-2-tert-ブチルアントラセン(略称:t-BuDNA)等のアントラセン誘導体、4,4'-ビス(N-カルバゾリル)ビフェニル(略称:CBP)等のカルバゾール誘導体、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(略称:Alq3)、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(略称:Alm₃)、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]-キノリナト)ベリリウム(略称:BeBq2)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)-4-フェニルフェノラト-アルミニウム(略称:BA1q)、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ビリジナト]亜鉛(略称:Znpp₂)、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾオキサゾラト]亜鉛(略称:ZnBOX)などの金属錯体等を用いることができる。また、発光物質のみで発光積層体104を構成することができる材料としては、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(略称:Alq3)、9,10-ビス(2-ナフチル)アントラセン(略称:DNA)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)-4-フェニルフェノラト-アルミニウム(略称:BA1q)などがある。

【0024】

第1の電極101は仕事関数の小さい(仕事関数3.8eV以下)金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることが好ましい。なお、陰極材料の具体例としては、元素周期律の1族または2族に属する元素、すなわちLiやCs等のアルカリ金属、およびMg、Ca、Sr等のアルカリ土類金属、およびこれらを含む合金(Mg:Ag、Al:Li)や化合物(LiF、CsF、CaF₂)の他、希土類金属を含む遷移金属を用いて形成することができるが、Al、Ag、ITO等の金属(合金を含む)との積層により形成することもできる。

【0025】

また、第2の電極106はアルミニウム(Al)、銀(Ag)、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タンクステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)、パラジウム(Pd)、リチウム(Li)、セシウム(Cs)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)、チタン(Ti)などの導電性を有する金属、又はそれらの合金、または金属材料の窒化物(TiN)、ITO(indium tin oxide)、珪素を含有するITO、酸化インジウムに2~20[%]の酸化亜鉛(ZnO)を混合したIZO(indium zinc oxide)等の金属酸化物などの導電膜により形成することができる。

【0026】

また、第2の電極の方から発光を取り出す場合は透明性を有する導電膜により形成すれば良く、ITO(indium tin oxide)、珪素を含有するITO、酸化インジウムに2~20[%]の酸化亜鉛(ZnO)を混合したIZO(indium zinc oxide)などの金属酸化物の他、Al、Ag等金属の極薄膜を用いる。また、第1の電極の方から発光を取り出す場合は反射率の高い材料(Al、Ag等)を用いることができる。

【0027】

本実施の形態における本発明の発光装置は、第2のドナー準位を有する層103が第2

の電極に接して成り立つていて、第2の電極で上成りの竹村を述する際、仕事関数を考慮する必要が無くなる。第2の電極を作成する材料を選択する際、材料選択の幅が広がる。これにより、より当該発光装置が有する構成に適した材料を使用することが出来るようになる。

【0028】

なお、上に例示した材料に関してはあくまで例示にすぎず、本発明の効果を維持できる範囲内において実施者が適宜選択できるものである。

【0029】

上記構成を有する本発明の発光装置は、第2の電極106の電位が第1の電極101の電位より高くなるように電圧をかけると、ドナー準位を有する層103より第2の電極に電子が注入される。また、アクセプタ準位を有する層105より電子が発光積層体104に注入される。さらに、第1の電極101より発光積層体104に電子が注入され、発光積層体において注入された電子と正孔が再結合し、励起状態となった発光材料が基底状態と戻る際に発光が得られる。ここで本発明の発光装置では、第2の電極106がドナー準位を有する層103に正孔を注入するのではなく、ドナー準位を有する層103が第2の電極に電子を注入することによって動作するため、第2の電極106が有する仕事関数に関しては考慮しなくても良くなる。これにより、第2の電極を作成する材料を選択する際、仕事関数を考慮する必要が無くなる。第2の電極を作成する材料を選択する際、材料選択の幅が広がる。これにより、より当該発光装置が有する構成に適した材料を使用することが出来るようになる。

【0030】

(実施の形態2)

本実施の形態では、図2を参照しながら本発明の発光装置の構成について説明する。本発明の発光装置は第1のドナー準位を有する層102、発光積層体104、アクセプタ準位を有する層105及び第2のドナー準位を有する層103が接して積層されている。また、第1の電極101は第1のドナー準位を有する層102に、第2の電極106は第2のドナー準位を有する層103に接して設けられ、第1のドナー準位を有する層102と発光積層体104とアクセプタ準位を有する層105と第2のドナー準位を有する層103の積層体は第1の電極101と第2の電極106に挟まれている構造を有する発光素子を有している。また、当該発光素子は基板や絶縁膜など絶縁物100の上に積層されている。基板や絶縁膜など絶縁物100の上に積層される順番は順に第1の電極101、第1のドナー準位を有する層102、発光積層体104、アクセプタ準位を有する層105、第2のドナー準位を有する層103、第2の電極106の順(図2(A))か、もしくは順に第2の電極106、第2のドナー準位を有する層103、アクセプタ準位を有する層105、発光積層体104、第1のドナー準位を有する層102、第1の電極101の順(図2(B))となる。

【0031】

そして当該構成を有する発光素子に第1の電極101の電位が第2の電極の電位より低くなるように電圧を印可することによって発光積層体104より発光を得ることができる。

【0032】

第1のドナー準位を有する層102と第2のドナー準位を有する層103は異なる材料で形成しても良いが同じ材料で形成しても良く、実施の形態1におけるドナー準位を有する層103と同じ材料を用いて形成することができる。実施の形態1におけるドナー準位を有する層103を構成する材料の記載を参照されたい。

【0033】

アクセプタ準位を有する層105も、実施の形態1におけるアクセプタ準位を有する層105と同じ材料を用いて形成することができる。実施の形態1におけるアクセプタ準位を有する層105を構成する材料の記載を参照されたい。

【0034】

光ルイ体を含む光ルイ層 101 にノンリミット層 102 と光ルイ層 103 にわける電極 104 は、光ルイ層 101 に注入層及び電子輸送層は第1のドナー準位を有する層 102 と発光層との間に設けるようになる。その他の構成については実施の形態1における発光積層体 104 に関する記載を参照されたい。

【0035】

第1の電極 101 は仕事関数の小さい（仕事関数 3.8 eV 以下）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることが好ましい。なお、陰極材料の具体例としては、元素周期律の1族または2族に属する元素、すなわち Li や Cs 等のアルカリ金属、および Mg、Ca、Sr 等のアルカリ土類金属、およびこれらを含む合金（Mg : Ag、Al : Li）や化合物（LiF、CsF、CaF₂）の他、希土類金属を含む遷移金属を用いて形成することができるが、Al、Ag、ITO 等の金属（合金を含む）との積層により形成することもできる。

【0036】

また、第2の電極 106 はアルミニウム（Al）、銀（Ag）、金（Au）、白金（Pt）、ニッケル（Ni）、タンクステン（W）、クロム（Cr）、モリブデン（Mo）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、銅（Cu）、パラジウム（Pd）、リチウム（Li）、セシウム（Cs）、マグネシウム（Mg）、カルシウム（Ca）、ストロンチウム（Sr）、チタン（Ti）などの導電性を有する金属、又はそれらの合金、または金属材料の窒化物（TiN）、ITO（indium tin oxide）、珪素を含有するITO、酸化インジウムに2～20[%]の酸化亜鉛（ZnO）を混合したIZO（indium zinc oxide）等の金属酸化物などの導電膜により形成することができる。

【0037】

また、第2の電極の方から発光を取り出す場合は透明性を有する導電膜により形成すれば良く、ITO（indium tin oxide）、珪素を含有するITO、酸化インジウムに2～20[%]の酸化亜鉛（ZnO）を混合したIZO（indium zinc oxide）などの金属酸化物の他、Al、Ag 等金属の極薄膜を用いる。また、第1の電極の方から発光を取り出す場合は反射率の高い材料（Al、Ag 等）を用いることができる。

【0038】

本実施の形態における本発明の発光装置は、第2のドナー準位を有する層 103 が第2の電極に接して設けられていることから、第2の電極を作成する材料を選択する際、仕事関数を考慮する必要が無くなる。第2の電極を作成する材料を選択する際、材料選択の幅が広がる。これにより、より当該発光装置が有する構成に適した材料を使用することができるようになる。

【0039】

なお、上に例示した材料に関してはあくまで例示にすぎず、本発明の効果を維持できる範囲内において実施者が適宜選択できるものである。

【0040】

上記構成を有する本発明の発光装置は、第2の電極 106 の電位が第1の電極 101 の電位より高くなるように電圧をかけると、第2のドナー準位を有する層 103 より第2の電極に電子が注入される。また、アクセプタ準位を有する層 105 より電子が発光積層体 104 に注入される。さらに、第1のドナー準位を有する層 102 より発光積層体 104 に電子が注入され、発光積層体において注入された電子と正孔が再結合し、励起状態となった発光材料が基底状態と戻る際に発光が得られる。ここで本発明の発光装置では、第2の電極 106 が第2のドナー準位を有する層 103 に正孔を注入するのではなく、第2のドナー準位を有する層 103 が第2の電極に電子を注入することによって動作するため、第2の電極 106 が有する仕事関数に関しては考慮しなくても良くなる。これにより、第2の電極を作成する材料を選択する際、仕事関数を考慮する必要が無くなる。第2の電極を作成する材料を選択する際、材料選択の幅が広がる。これにより、より当該発光装置が有する構成に適した材料を使用することができるようになる。

(実施の形態3)

本実施の形態では、図3を参照しながら本発明の発光装置の構成について説明する。本発明の発光装置は第1のアクセプタ準位を有する層110、第1のドナー準位を有する層102、発光積層体104、第2のアクセプタ準位を有する層105及び第2のドナー準位を有する層103が接して積層されている。また、第1の電極101は第1のアクセプタ準位を有する層110に、第2の電極106は第2のドナー準位を有する層103に接して設けられ、第1のアクセプタ準位を有する層110と、第1の電子発生層102と、発光積層体104と、第2のアクセプタ準位を有する層105と、第2のドナー準位を有する層103との積層体は第1の電極101と第2の電極106に挟まれている構造を有する発光素子を有している。また、当該発光素子は基板や絶縁膜など絶縁物100の上に積層されている。基板や絶縁膜など絶縁物100の上に積層される順番は順に第1の電極101、第1のアクセプタ準位を有する層110、第1のドナー準位を有する層102、発光積層体104、第2のアクセプタ準位を有する層105、第2のドナー準位を有する層103、第2の電極106の順(図3(A))か、もしくは順に第2の電極106、第2のドナー準位を有する層103、第2のアクセプタ準位を有する層105、発光積層体104、第1のドナー準位を有する層102、第1のアクセプタ準位を有する層110、第1の電極101の順(図3(B))となる。

【0042】

そして当該構成を有する発光素子に第1の電極101の電位が第2の電極の電位より低くなるように電圧を印可することによって発光積層体104より発光を得ることができる。

【0043】

第1のドナー準位を有する層102と第2のドナー準位を有する層103は異なる材料で形成しても良いが同じ材料で形成しても良く、実施の形態1におけるドナー準位を有する層103と同じ材料を用いて形成することができる。実施の形態1におけるドナー準位を有する層103を構成する材料の記載を参照されたい。

【0044】

第1のアクセプタ準位を有する層110と第2のアクセプタ準位を有する層105も異なる材料で形成しても良いが同じ材料で形成しても良く、実施の形態1におけるアクセプタ準位を有する層105と同じ材料を用いて形成することができる。実施の形態1におけるアクセプタ準位を有する層105を構成する材料の記載を参照されたい。

【0045】

発光材料を含む発光積層体104についても同様であるが、発光積層体における電子注入層及び電子輸送層は第1のドナー準位を有する層102と発光層との間に設けるようになる。その他の構成については実施の形態1における発光積層体104に関する記載を参照されたい。

【0046】

第1の電極101及び第2の電極106はアルミニウム(A1)、銀(Ag)、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タンクステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)、パラジウム(Pd)、リチウム(Li)、セシウム(Cs)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)、チタン(Ti)などの導電性を有する金属、又はそれらの合金、または金属材料の窒化物(TiN)、ITO(indium tin oxide)、珪素を含有するITO、酸化インジウムに2~20[%]の酸化亜鉛(ZnO)を混合したIZO(indium zinc oxide)等の金属酸化物などの導電膜により形成することができる。

【0047】

また、発光を取り出す方の電極は透明性を有する導電膜により形成すれば良く、ITO(indium tin oxide)、珪素を含有するITO、酸化インジウムに2~

（ V_{2}O_5 ）などの酸化物の他、 Al 、 Ag 等金属の極薄膜を用いる。また、第1の電極の方から発光を取り出す場合は反射率の高い材料（ Al 、 Ag 等）を用いることができる。

【 0 0 4 8 】

本実施の形態における本発明の発光装置は、第1のアクセプタ準位を有する層110が第1の電極101に接して設けられていること及び第2のドナー準位を有する層103が第2の電極に接して設けられていることから、第1の電極101及び第2の電極106を作成する材料を選択する際、仕事関数を考慮する必要が無くなる。また、第1の電極101及び第2の電極106を作成する材料を選択する際、材料選択の幅が広がる。これにより、より当該発光装置が有する構成に適した材料を使用することが出来るようになる。

[0 0 4 9]

なお、上に例示した材料に関してはあくまで例示にすぎず、本発明の効果を維持できる範囲内において実施者が適宜選択できるものである。

【 0 0 5 0 】

上記構成を有する本発明の発光装置は、第2の電極106の電位が第1の電極101の電位より高くなるように電圧をかけると、第1のアクセプタ準位を有する層110より第1の電極101に正孔が注入され、第2のドナー準位を有する層103より第2の電極に電子が注入される。また、第2のアクセプタ準位を有する層105より正孔が発光積層体104に注入される。さらに、第1のドナー準位を有する層102より発光積層体104に電子が注入され、発光積層体において注入された電子と正孔が再結合し、励起状態となった発光材料が基底状態と戻る際に発光が得られる。ここで本発明の発光装置では、第1の電極101が第1のアクセプタ準位を有する層110に電子を注入するのではなく、第1のアクセプタ準位を有する層110が第1の電極101に正孔を注入し、第2の電極106が第2のドナー準位を有する層103に正孔を注入するのではなく、第2のドナー準位を有する層103が第2の電極に電子を注入することによって動作するため、第1の電極101及び第2の電極106が有する仕事関数に関しては考慮しなくとも良くなる。これにより、第1の電極101及び第2の電極106を作成する材料を選択する際、仕事関数を考慮する必要が無くなる。第1の電極101及び第2の電極を作成する材料を選択する際、材料選択の幅が広がる。これにより、より当該発光装置が有する構成に適した材料を使用することが出来るようになる。

[0 0 5 1]

(実施の形態4)

本発明の他の実施の形態について説明する。本実施の形態ではアクセプタ準位を有する層の膜厚を適当に調整することによって発光装置の視野角特性を改善する例について説明する。本実施の形態において、発光素子の積層構造、材料については実施の形態1と同様であるので説明を割愛する。実施の形態1乃至実施の形態3を参照されたい。

[0052]

発光素子より射出する光には、発光積層体104で発光し直接出てくる光と、一度、もしくは複数度反射されて出てくる光がある。この直接射出される光と反射されて出てくる光とは位相の関係により干渉し強めあったり弱めあったりし、発光素子より射出される光は当該干渉の結果として合成された光である。

[0 0 5 3]

屈折率の小さな媒体から大きな媒体へ入射する際に反射した光はその位相が反転するため、実施の形態1に示した構成を有する発光装置における発光素子において第1の電極101や第2の電極106等の電極と当該電極と接する層の界面における反射では反射光の位相は反転する。この電極において反射した光と発光層で発光した光とが干渉する際、発光層と当該電極との間の光学的距離（屈折率×物理的距離）が $(2m-1)\lambda/4$ （mは1以上の自然数、 λ は当該発光層から発する光の中心波長）を満たす場合、発光取り出し面を見る角度に依存して発生するスペクトル形状の変化を低減することができ且つ発光素子の電流効率も向上する。電流効率とは流した電流に対して輝度がどれだけ得られたかを

反射率の差が小さい膜間では小さいことから、電極と電極に接する膜との界面で起こる反射以外は無視できるため、本実施の形態では電極と電極に接する膜間で起こる反射にのみ注目する。また素子の劣化も少ない傾向にある。

【0054】

反射は屈折率の差が小さい膜間では小さいことから、電極と電極に接する膜との界面で起こる反射以外は無視できるため、本実施の形態では電極と電極に接する膜間で起こる反射にのみ注目する。

【0055】

第1の電極101側から発光を取り出す発光装置の場合、反射は第2の電極106で起こる。そのため、当該発光装置における発光素子の電流効率を向上させ、発光取り出し面を見る角度に依存して発生するスペクトル形状の変化を低減させる為には発光が起こった位置から第2の電極106表面までの光学的距離（屈折率×物理的距離）を $(2m-1)\lambda/4$ （mは1以上の自然数、 λ は当該発光層から発する光の中心波長）とすればよい。

【0056】

発光積層体104は発光材料を含む発光層の単層で形成されていてもよいが、電子輸送層、正孔輸送層などの層と発光層との複数構造であっても良い。発光層は発光中心となる発光材料が分散された層であっても良いし、発光材料のみで形成された層であっても良い。

【0057】

さて、当該発光が起こった位置から第2の電極106までにはいくつかの異なる材料による層が設けられている。本実施の形態においてはアクセプタ準位を有する層105及び第2のドナー準位を有する層103である。また、発光積層体104もその膜厚のうち発光位置からが発光が起こった位置から第2の電極106までの間に位置する層と言うことができる。また、発光積層体104が複数層で形成される場合にはさらに異なる層が含まれる場合もある。このような構成において発光が起こった位置から第2の電極106までの光学的距離を求めるには各々の膜の屈折率と膜厚を掛け合わせたものを合計すればよく、その合計が $(2m-1)\lambda/4$ （mは1以上の自然数、 λ は当該発光層から発する光の中心波長）となるようとする。すなわち、発光層を1、第2の電極106をj（jは4以上の整数）として発光材料を含む層から第2の電極106の間に存在する層に発光材料を含む層側から順に番号をつけ、ある番号を付した屈折率n、膜厚dを同じ番号が振られた層の屈折率、膜厚とした場合（すなわち n_j と言ったら発光材料を含む層の屈折率、 d_j と言ったら第2の電極106の膜厚となる）、以下の式（1）を満たすものとする。

【0058】

【数1】

$$\sum_{k=2}^{j-1} n_k d_k \leq \frac{(2m-1)\lambda}{4} \leq n_j d_j + \sum_{k=2}^{j-1} n_k d_k \quad (1)$$

【0059】

発光層はある程度の厚みを有しており、さらに発光中心は無数に存在しているため厳密に発光が起こった位置を決定することはできないため、発光層の膜厚分、範囲を持った式となっている。

【0060】

ここで、上記式（1）を満足させる為に膜厚を調整する必要が出てくる。有機物を主成分とする層は電子の移動度が小さく、キャリアが電子である電子輸送性の材料及びドナー準位を有する層の膜厚を厚くすると駆動電圧が上昇してしまう。そこで本実施の形態では有機物を主成分とする層において比較的導電性の高いアクセプタ準位を有する層105の膜厚を調節することで駆動電圧を大きく上昇させることなく上記式（1）を満足させることができとなる。なお、キャリアが電子であるドナー準位を有する層であっても、リチウムなどの電子輸送性の材料に電子を供与出来る物質が多く含まれている場合は上記式を満足させる為に膜厚を調整する層として用いることが可能である。

第2の電極106側から発光を取り出す発光素子の場合、反射は第1の電極101で起る。そのため、当該発光素子の電流効率を向上させ、発光取り出し面を見る角度に依存して発生するスペクトル形状の変化を低減させる為には発光が起こった位置から第1の電極101表面までの光学的距離（屈折率×物理的距離）を $(2m-1)\lambda/4$ （mは1以上の自然数、 λ は当該発光層から発する光の中心波長）とすればよい。

【0062】

発光積層体104は発光材料を含む発光層の単層で形成されていてもよいが、電子輸送層、正孔輸送層などの層と発光層との複数構造であっても良い。発光層は発光中心となる発光材料が分散された層であっても良いし、発光材料のみで形成された層であっても良い。

【0063】

さて、当該発光が起こった位置から第1の電極101までにはいくつかの異なる材料による層が設けられている。本実施の形態においては第1のアクセプタ準位を有する層102である。また、発光材料を含む層もその膜厚の半分は発光がおこった位置から第1の電極101までの間に位置する層と言うことができる。また、発光層が複数層で形成される場合にはさらに異なる層が含まれる場合もある。このような構成において発光が起こった位置から第1の電極101までの光学的距離を求めるには各々の膜の屈折率と膜厚を掛け合わせたものを合計すればよい。すなわち、発光材料を含む層を1、第1の電極101をj（jは4以上の整数）として発光材料を含む層から第1の電極101の間に存在する層に発光材料を含む層側から順に番号をつけ、ある番号を付した屈折率n、膜厚dを同じ番号が振られた層の屈折率、膜厚とした場合（すなわち n_j と言ったら発光材料を含む層の屈折率、 d_j と言ったら第2の電極106の膜厚となる）、以下の式（2）を満たすものとする。

【0064】

【数2】

$$\sum_{k=2}^{j-1} n_k d_k \leq \frac{(2m-1)\lambda}{4} \leq n_1 d_1 + \sum_{k=2}^{j-1} n_k d_k \quad (2)$$

【0065】

この式において、発光層はある程度の厚みを有しており、さらに発光中心は無数に存在しているため厳密に発光が起こった位置を決定することはできないため、発光層の膜厚分、範囲を持った式となっている。

【0066】

ここで、上記式（2）を満足させる為に膜厚を調整する必要が出てくる。本実施の形態では有機物を主成分とする層において比較的導電性の高い第1のアクセプタ準位を有する層110の膜厚を調節することで駆動電圧を上昇させることなく上記式（2）を満足させることができるとなる。なお、第1のアクセプタ準位を有する層110が設けられていない構造である場合は、キャリアが電子であるドナー準位を有する層であっても、リチウムなどの電子輸送性の材料に電子を供与出来る物質が多く含まれている場合は上記式を満足する為に膜厚を調整する層として用いることが可能であるため、ドナー準位を有する層によって膜厚調整を行うことができる。

【0067】

また、第1の電極101及び第2の電極106の両方から光を取り出す構造である場合には上記式（1）、（2）を同時に満たす様にすればよい。

【0068】

発光素子を本実施の形態のような構造とすることで、発光取り出し面を見る角度に依存して発光のスペクトルが変化してしまうことを低減した発光装置を提供することが可能となる。

本実施の形態は実施の形態1乃至実施の形態3の適当な構成と組み合わせて用いることが可能である。

[0070]

(実施の形態5)

本実施の形態では、実施の形態1もしくは実施の形態2に記載の本発明の表示装置について図4、図5を参照し、作製方法を示しながら説明する。なお、本実施の形態ではアクティプマトリクス型の表示装置を作成する例を示したが、パッシブマトリクス型の表示装置であっても本発明の発光装置を適用することができるのももちろんである。

[0 0 7 1]

まず、基板50上に第1の下地絶縁層51a、第2の下地絶縁層51bを形成した後、さらに半導体層を第2の下地絶縁層51b上に形成する。(図4(A))

【 0 0 7 2 】

基板50の材料としてはガラス、石英やプラスチック（ポリイミド、アクリル、ポリエチレンテレフタラート、ポリカーボネート、ポリアクリレート、ポリエーテルスルホンなど）等を用いることができる。これら基板は必要に応じてCMP等により研磨してから使用しても良い。本実施の形態においてはガラス基板を用いる。

[0 0 7 3]

第1の下地絶縁層51a、第2の下地絶縁層51bは基板50中のアルカリ金属やアルカリ土類金属など、半導体膜の特性に悪影響を及ぼすような元素が半導体層中に拡散するのを防ぐ為に設ける。材料としては酸化珪素、窒化珪素、窒素を含む酸化珪素、酸素を含む窒化珪素などを用いることができる。本実施の形態では第1の下地絶縁層51aを窒化珪素で、第2の下地絶縁層51bを酸化珪素で形成する。本実施の形態では、下地絶縁層を第1の下地絶縁層51a、第2の下地絶縁層51bの2層で形成したが、単層で形成してもかまわないし、2層以上の多層であってもかまわない。また、基板からの不純物の拡散が気にならないようであれば下地絶縁層は設ける必要がない。

〔 0 0 7 4 〕

続いて形成される半導体層は本実施の形態では非晶質珪素膜をレーザ結晶化して得る。第2の下地絶縁層51b上に非晶質珪素膜を25~100nm(好ましくは30~60nm)の膜厚で形成する。作製方法としては公知の方法、例えばスパッタ法、減圧CVD法またはプラズマCVD法などが使用できる。その後、500°Cで1時間の加熱処理を行い水素出しをする。

[0 0 7 5]

続いてレーザ照射装置を用いて非晶質珪素膜を結晶化して結晶質珪素膜を形成する。本実施の形態のレーザ結晶化ではエキシマレーザを使用し、発振されたレーザビームを光学系を用いて線状のビームスポットに加工し非晶質珪素膜に照射することで結晶質珪素膜とし、半導体層として用いる。

[0076]

非晶質珪素膜の他の結晶化の方法としては、他に、熱処理のみにより結晶化を行う方法や結晶化を促進する触媒元素を用い加熱処理を行う事によって行う方法もある。結晶化を促進する元素としてはニッケル、鉄、パラジウム、スズ、鉛、コバルト、白金、銅、金などが挙げられ、このような元素を用いることによって熱処理のみで結晶化を行った場合に比べ、低温、短時間で結晶化が行われるため、ガラス基板などへのダメージが少ない。熱処理のみにより結晶化をする場合は、基板50を熱に強い石英基板などにすればよい。

【 0 0 7 7 】

続いて、必要に応じて半導体層にしきい値をコントロールする為に微量の不純物添加、いわゆるチャネルドーピングを行う。要求されるしきい値を得る為にN型もしくはP型を呈する不純物（リン、ボロンなど）をイオンドーピング法などにより添加する。

[0078]

その後、図4(A)に示すように半導体層を所定の形状にパターニングし、島状の半導

半導体層で行う。ハノーネノは半導体層にノオトレンヘッドを差し、UVソーラーフィルムを露光し、焼成して、半導体層上にレジストマスクを形成し、このマスクを用いてエッチングをすることにより行われる。

【0079】

続いて半導体層52を覆うようにゲート絶縁層53を形成する。ゲート絶縁層53はプラズマCVD法またはスパッタ法を用いて膜厚を40～150nmとして珪素を含む絶縁層で形成する。本実施の形態では酸化珪素を用いて形成する。

【0080】

次いで、ゲート絶縁層53上にゲート電極54を形成する。ゲート電極54はタンタル、タンクステン、チタン、モリブデン、アルミニウム、銅、クロム、ニオブから選ばれた元素、または元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料で形成してもよい。また、リン等の不純物元素をドーピングした多結晶珪素膜に代表される半導体膜を用いてもよい。また、AgPdCu合金を用いてもよい。

【0081】

また、本実施の形態ではゲート電極54は単層で形成されているが、下層にタンクステン、上層にモリブデンなどの2層以上の積層構造でもかまわない。積層構造としてゲート電極を形成する場合であっても前段で述べた材料を使用するとよい。また、その組み合わせも適宜選択すればよい。ゲート電極54の加工はフォトレジストを用いたマスクを利用し、エッチングをして行う。

【0082】

続いて、ゲート電極54をマスクとして半導体層52に高濃度の不純物を添加する。これによって半導体層52、ゲート絶縁層53、及びゲート電極54を含む薄膜トランジスタ70が形成される。

【0083】

なお、薄膜トランジスタの作製工程については特に限定されず、所望の構造のトランジスタを作製できるように適宜変更すればよい。

【0084】

本実施の形態では、レーザ結晶化を使用して結晶化した結晶性シリコン膜を用いたトップゲートの薄膜トランジスタを用いたが、非晶質半導体膜を用いたボトムゲート型の薄膜トランジスタを画素部に用いることも可能である。非晶質半導体は珪素だけではなくシリコンゲルマニウムも用いることができ、シリコンゲルマニウムを用いる場合、ゲルマニウムの濃度は0.01～4.5atomic%程度であることが好ましい。

【0085】

また非晶質半導体中に0.5nm～20nmの結晶を粒観察することができる微結晶半導体膜（セミアモルファス半導体）を用いてもよい。また0.5nm～20nmの結晶を粒観察することができる微結晶はいわゆるマイクロクリスタル（μc）とも呼ばれている。

【0086】

セミアモルファス半導体であるセミアモルファスシリコン（SASとも表記する）は、珪化物気体をグロー放電分解することにより得ることができる。代表的な珪化物気体としては、SiH₄であり、その他にもSi₂H₆、SiH₂Cl₂、SiHC₁、SiCl₄、SiF₄などを用いることができる。この珪化物気体を水素、水素とヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオンから選ばれた一種または複数種の希ガス元素で希釈して用いることでSASの形成を容易なものとすることができる。希釈率は10倍～1000倍の範囲で珪化物気体を希釈することが好ましい。グロー放電分解による被膜の反応生成は0.1Pa～133Paの範囲の圧力で行えば良い。グロー放電を形成するための電力は1MHz～120MHz、好ましくは13MHz～60MHzの高周波電力を供給すれば良い。基板加熱温度は300度以下が好ましく、100～250度の基板加熱温度が好適である。

【0087】

このようにして形成されたSASはラマンスペクトルが520cm⁻¹よりも低波数側に

シノトレヒオフ、ハ株凹リにはコト和田恒子に由木タリのところの、ムムノの回折ピークが観測される。未結合手（ダンクリングボンド）の中和剤として水素またはハロゲンを少なくとも1原子%またはそれ以上含ませている。膜中の不純物元素として、酸素、窒素、炭素などの大気成分の不純物は $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-1}$ 以下とすることが望ましく、特に、酸素濃度は $5 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ 以下とする。TFTにしたときの $\mu = 1 \sim 10 \text{ cm}^2 / \text{V sec}$ となる。

【0088】

また、このSASをレーザでさらに結晶化して用いても良い。

【0089】

続いて、ゲート電極54、ゲート絶縁層53を覆って絶縁膜（水素化膜）59を窒化珪素により形成する。絶縁膜（水素化膜）59を形成したら 480°C で1時間程度加熱を行って、不純物元素の活性化及び半導体層52の水素化を行う。

【0090】

続いて、絶縁膜（水素化膜）59を覆う第1の層間絶縁層60を形成する。第1の層間絶縁層60を形成する材料としては酸化珪素、アクリル、ポリイミドやシロキサン、Iow-k材料等にをもちいるとよい。本実施の形態では酸化珪素膜を第1の層間絶縁層として形成した。（図4（B））

【0091】

次に、半導体層52に至るコンタクトホールを開口する。コンタクトホールはレジストマスクを用いて、半導体層52が露出するまでエッチングを行うことで形成することができ、ウェットエッチング、ドライエッチングどちらでも形成することができる。なお、条件によって一回でエッチングを行ってしまっても良いし、複数回に分けてエッチングを行っても良い。また、複数回でエッチングする際は、ウェットエッチングとドライエッチングの両方を用いても良い。（図4（C））

【0092】

そして、当該コンタクトホールや第1の層間絶縁層60を覆う導電層を形成する。当該導電層を所望の形状に加工し、接続部61a、配線61bなどが形成される。この配線はアルミニウム、銅等の単層でも良いが、本実施の形態では下からモリブデン／アルミニウム／モリブデンの積層構造とする。積層配線としてはチタン／アルミニウム／チタンやチタン／窒化チタン／アルミニウム／チタンといった構造でも良い。（図4（D））

【0093】

その後、接続部61a、配線61b、第1の層間絶縁層60を覆って第2の層間絶縁層63を形成する。第2の層間絶縁層63の材料としては自己平坦性を有するアクリル、ポリイミド、シロキサンなどの塗布膜が好適に利用できる。本実施の形態ではシロキサンを第2の層間絶縁層63として用いる。（図4（E））

【0094】

続いて第2の層間絶縁層63上に窒化珪素などで絶縁層を形成してもよい。これは後の画素電極のエッチングにおいて、第2の層間絶縁層63が必要以上にエッチングされてしまうのを防ぐ為に形成する。そのため、画素電極と第2の層間絶縁層のエッチングレートの比が大きい場合には特に設けなくとも良い。続いて、第2の層間絶縁層63を貫通して接続部61aに至るコンタクトホールを形成する。

【0095】

そして当該コンタクトホールと第2の層間絶縁層63（もしくは絶縁層）を覆って、透光性を有する導電層を形成したのち、当該透光性を有する導電層を加工して薄膜発光素子の第2の電極106を形成する。ここで第2の電極106は接続部61aと電気的に接触している。

【0096】

第1の電極101の材料としてはアルミニウム（Al）、銀（Ag）、金（Au）、白金（Pt）、ニッケル（Ni）、タンクスチタン（W）、クロム（Cr）、モリブデン（Mo）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、銅（Cu）、パラジウム（Pd）、リチウム（Li）

1ノ、セシウム(セシウム)、マニヤンノム(マニヤンノム)、ハルシノム(ハルシノム)、ヘドロノアノム(Sr)、チタン(Ti)などの導電性を有する金属、又はそれらの合金、または金属材料の窒化物(TiN)、ITO(indium tin oxide)、珪素を含有するITO、酸化インジウムに2~20[%]の酸化亜鉛(ZnO)を混合したIZO(indium zinc oxide)等の金属酸化物などの導電膜により形成することができる。

【0097】

また、発光を取り出す方の電極は透明性を有する導電膜により形成すれば良く、ITO(indium tin oxide)、珪素を含有するITO、酸化インジウムに2~20[%]の酸化亜鉛(ZnO)を混合したIZO(indium zinc oxide)などの金属酸化物の他、Al、Ag等金属の極薄膜を用いる。また、第1の電極の方から発光を取り出す場合は反射率の高い材料(Al、Ag等)を用いることができる。本実施の形態ではITSOを第2の電極106として用いた(図5(A))。

【0098】

次に第2の層間絶縁層63(もしくは絶縁層)及び第2の電極106を覆って有機材料もしくは無機材料からなる絶縁層を形成する。続いて当該絶縁層を第2の電極106の一部が露出するように加工し、隔壁65を形成する。隔壁65の材料としては、感光性を有する有機材料(アクリル、ポリイミドなど)が好適に用いられるが、感光性を有さない有機材料や無機材料で形成してもかまわない。また、隔壁65の材料にチタンブラックやカーボンナイトライドなどの黒色顔料や染料を分散材などを用いて分散し、隔壁65を黒くすることでブラックマトリクス様に用いても良い。隔壁65の第1の電極に向かう端面は曲率を有し、当該曲率が連続的に変化するテーパー形状をしていることが望ましい(図5(B))。

【0099】

次に、隔壁65から露出した第2の電極106を覆って、第2のドナー準位を有する層103、アクセプタ準位を有する層105、発光積層体104、第1のドナー準位を有する層102、の順に積層する。これらの層は蒸着法により形成すればよい。

【0100】

第1のドナー準位を有する層102と第2のドナー準位を有する層103は異なる材料で形成しても良いが同じ材料で形成しても良く、電子輸送性の材料と当該電子輸送性の材料に電子を供与することができる電子供与性の材料の両方を含む層やN型半導体の層、もしくはN型半導体を含む層により形成する。上記電子輸送性の材料としては例えば、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(略称:Alq₃)、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(略称:Alma₃)、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]-キノリナト)ベリリウム(略称:BeBa₂)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)-4-フェニルフェノラト-アルミニウム(略称:BA1q)等キノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体等からなる材料を用いることができる。また、この他、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾオキサゾラト]亜鉛(略称:Zn(BO₂)₂)、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾチアゾラト]亜鉛(略称:Zn(BTZ)₂)などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体などの材料も用いることができる。さらに、金属錯体以外にも、2-(4-ビフェニリル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(略称:PBD)、1,3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン(略称:OXD-7)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-5-(4-ビフェニリル)-1,2,4-トリアゾール(略称:TAZ)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-(4-エチルフェニル)-5-(4-ビフェニリル)-1,2,4-トリアゾール(略称:p-EtTAZ)、バソフェナントロリン(略称:BPhen)、バソキュプロイン(略称:BCP)等を用いることができる。また、これら電子輸送性の材料に電子を与えることができる電子供与性の材料としては、例えは、リチウム、セシウムなどのアルカリ金属、マグネシウム、カルシウムなどのアル

ハフ上焼金層、アルミニウム、イソノルヒンムなどハフ上焼金層、ハフベリウム層を含む層で、ハフ上焼金、金属化合物などを用いることができるが、電子輸送性の材料との組み合わせによってそれぞれ電子供与が可能な電子供与性の材料を選択する。また、これら電子輸送性の材料と電子供与性の材料とを含む層にモリブデン酸化物、亜鉛酸化物及びチタン酸化物に代表される金属酸化物を含ませても良い。また、N型半導体としては酸化亜鉛、硫化亜鉛、セレン化亜鉛、酸化チタン、酸化チタンなどを用いることができる。

【0101】

なお、電子輸送性の材料と電子供与性の材料とを含む層等、複数の材料を含む層は、各々の材料を同時に成膜することにより形成することが出来、抵抗加熱蒸着同士による共蒸着法、電子ビーム蒸着同士による共蒸着法、抵抗加熱蒸着と電子ビーム蒸着による共蒸着法、抵抗加熱蒸着とスパッタリングによる成膜、電子ビーム蒸着とスパッタリングによる成膜など、同種、異種方法を組み合わせて形成すればよい。また、上記例は2種の材料を含む層を想定しているが、3種以上の材料を含む場合も同様に形成することができる。

【0102】

電子輸送性を有する材料と当該電子輸送性を有する材料に電子供与可能な材料の混合比はモル比で1:0.5~1:2程度、好ましくは1:1であれば良い。本実施の形態におけるドナー準位を有する層では電子輸送性を有する材料としてA1q、A1qに電子を供与することが可能な電子供与性の材料としてリチウム(Li)を使用し、重量比でA1q:Li=1:0.01となるように共蒸着法により蒸着を行う。なお、膜厚は10nmとする。

【0103】

発光積層体104は単層で形成しても複数層で形成しても構わず、発光積層体104における発光層と第1の電極101との間に電子輸送層、発光積層体104における発光材料が分散された層とアクセプタ準位を有する層105との間に正孔輸送層を設けても良い。これらの層は設けられていても設けられていても良く、そのどちらかのみが設けられていても良い。また、正孔輸送層、電子輸送層の材料としては、それぞれ上記アクセプタ準位を有する層における正孔輸送性の材料、上記ドナー準位を有する層における電子輸送性の材料に準じるため、ここでは説明を省略する。各々の記載を参照されたい。

【0104】

発光積層体104における発光層には大きく分けて2つの種類ある。一つは発光物質の有するエネルギーギャップよりも大きいエネルギーギャップを有する材料からなる層に発光中心となる発光材料を分散して含む層と、もう一つは発光材料のみで発光層を構成する層であるが、前者は濃度消光が起こりにくく、好ましい構成である。発光中心となる発光物質としては、4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-(1,1,7,7-テトラメチルジュロリジル-9-エニル)-4H-ビラン(略称:DCJT)、4-ジシアノメチレン-2-tert-ブチル-6-(1,1,7,7-テトラメチルジュロリジル-9-エニル)-4H-ビラン、ペリフランテン、2,5-ジシアノ-1,4-ビス(10-メトキシ-1,1,7,7-テトラメチルジュロリジル-9-エニル)ベンゼン、N,N'-ジメチルキナクリドン(略称:DMQd)、クマリン6、クマリン545T、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(略称:A1q₃)、9,9'-ビアントリル、9,10-ジフェニルアントラセン(略称:DPA)や9,10-ビス(2-ナフチル)アントラセン(略称:DNA)、2,5,8,11-テトラ-tert-ブチルペリレン(略称:TBP)等が挙げられる。また、上記発光材料を分散してなる層を形成する場合に母体となる材料としては、9,10-ジ(2-ナフチル)-2-tert-ブチルアントラセン(略称:t-BuDNA)等のアントラセン誘導体、4,4'-ビス(N-カルバゾリル)ビフェニル(略称:CBP)等のカルバゾール誘導体、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(略称:A1q₃)、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(略称:A1m_q₃)、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム(略称:BeBq₂)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)-4-フェニルフェノラト-アルミニウム(略称:BA1q)、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ピリジナト]亜鉛(略称:

・ $Zn_{1-x}Al_xO$ 、 $Zn_{1-x}Al_xB_2O_4$ 、 $Zn_{1-x}Al_xB_2O_3$ （略称：Zn_{1-x}Al_xBO₄）、 $Zn_{1-x}Al_xB_2O_3$ （略称：Zn_{1-x}Al_xBO₃）、 $Zn_{1-x}Al_xB_2O_3$ （略称：Zn_{1-x}Al_xBO₃）、 $Zn_{1-x}Al_xB_2O_3$ （略称：Zn_{1-x}Al_xBO₃）などの金属錯体等を用いることができる。また、発光物質のみで発光積層体104を構成することのできる材料としては、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（略称：Alq₃）、9,10-ビス（2-ナフチル）アントラセン（略称：DNA）、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）-4-フェニルフェノラト-アルミニウム（略称：BA1q）などがある。

【0105】

本実施の形態では、アクセプタ準位を有する層105上に発光積層体104として、順に正孔輸送層、発光材料が分散された発光層、電子輸送層を形成する。正孔輸送層としては α -NPDを膜厚10nm、発光材料が分散された層としてはAlqにクマリン6を重量比1:0.005、膜厚35nm、電子輸送層としてはAlqを膜厚10nmとなるよう蒸着する。

【0106】

アクセプタ準位を有する層105は、正孔輸送性の材料と当該正孔輸送性の材料から電子を受け取ることができる電子受容性の材料の両方を含む層やP型半導体の層、もしくはP型半導体を含む層により形成する。上記正孔輸送性の材料としては例えば、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニル-アミノ]-ビフェニル（略称： α -NPD）や4,4'-ビス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニル-アミノ]-ビフェニル（略称：TPD）や4,4',4''-トリス(N,N-ジフェニル-アミノ)-トリフェニルアミン（略称：T DATA）、4,4',4''-トリス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニル-アミノ]-トリフェニルアミン（略称：MT DATA）や4,4'-ビス(N-(4-(N,N-ジ-m-トリルアミノ)フェニル)-N-フェニル-アミノ)ビフェニル（略称：DNTPD）などの芳香族アミン系（即ち、ベンゼン環-窒素の結合を有する）の化合物やフタロシアニン（略称：H₂Pc）、銅フタロシアニン（略称：CuPc）、バナジルフタロシアニン（略称：VOPc）等のフタロシアニン化合物を用いることができる。また、これら正孔輸送性の材料から電子を受け取ることができる電子受容性の材料としては、例えば、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、7,7,8,8-テトラシアノキノジメタン（略称：TCNQ）、2,3-ジシアノナフロキノン（略称：DCNNQ）、2,3,5,6-テトラフルオロー-7,7,8,8-テトラシアノキノジメタン（略称：F4-TCNQ）等が挙げられるが、正孔輸送性の材料との組み合わせによってそれぞれ電子受容が可能な電子受容性の材料を選択する。また、P型半導体としてはモリブデン酸化物、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、コバルト酸化物、ニッケル酸化物及び銅酸化物などを用いることができる。なお、これに挙げた材料に関してはあくまで例示にすぎず、実施者が適宜選択できるものである。正孔輸送性を有する材料と当該正孔輸送性を有する材料から電子受容可能な材料の正孔輸送性の材料に対する電子受容可能な材料の混合比はモル比で0.5以上であれば良く、好ましくは0.5~2であることが望ましい。本実施の形態における第1のアクセプタ準位を有する層、及び第2のアクセプタ準位を有する層では電子輸送性を有する材料として α -NPD、 α -NPDから電子を受容することが可能な電子受容性の材料として酸化モリブデン(MoO₃)を使用し、重量比で α -NPD:MoO₃=4:0.2（モル比で1に相当）となるよう成膜を行う。なお、本実施の形態における膜厚は第1のアクセプタ準位を有する層が膜が50nm、第2のアクセプタ準位を有する層が20nmとする。

【0107】

なお、正孔輸送性の材料と電子受容性の材料とを含む層等、複数の材料を含む層は、各々の材料を同時に成膜することにより形成することが出来、抵抗加熱蒸着同士による共蒸着法、電子ビーム蒸着同士による共蒸着法、抵抗加熱蒸着と電子ビーム蒸着による共蒸着法、抵抗加熱蒸着とスパッタリングによる成膜、電子ビーム蒸着とスパッタリングによる成膜など、同種、異種方法を組み合わせて形成すればよい。また、上記例は2種の材料を含む層を想定しているが、3種以上の材料を含む場合も同様に形成することができる。

【0108】

「光ル系」は「光ルソウルソ共なる光ル系」で凹凸部に形成して、ハノ一代表で11ノ構成しても良い。典型的には、R（赤）、G（緑）、B（青）の各色に対応した発光素子を形成する。この場合にも、画素の光放射側にその発光波長帯の光を透過するフィルター（着色層）を設けた構成とすることで、色純度の向上や、画素部の鏡面化（映り込み）の防止を図ることができる。フィルター（着色層）を設けることで、従来必要であるとされていた円偏光板などを省略することが可能となり、発光素子から放射される光の損失を無くすことができる。さらに、斜方から画素部（表示画面）を見た場合に起る色調の変化を低減することができる。

【0109】

また、発光素子は単色又は白色の発光を呈する構成とすることができます。白色発光材料を用いる場合には、画素の光放射側に特定の波長の光を透過するフィルター（着色層）を設けた構成としてカラー表示を可能にすることができます。

【0110】

白色に発光する発光層を形成するには、例えば、Al₂O₃、部分的に赤色発光色素であるナイルレッドをドープしたAl₂O₃、Al₂O₃、p-EtTAZ、TPD（芳香族ジアミン）を蒸着法により順次積層することで白色を得ることができます。

【0111】

さらに、発光層は、一重項励起発光材料の他、金属錯体などを含む三重項励起材料を用いても良い。例えば、赤色の発光性の画素、緑色の発光性の画素及び青色の発光性の画素のうち、輝度半減時間が比較的短い赤色の発光性の画素を三重項励起発光材料で形成し、他を一重項励起発光材料で形成する。三重項励起発光材料は発光効率が良いので、同じ輝度を得るのに消費電力が少なくて済むという特徴がある。すなわち、赤色画素に適用した場合、発光素子に流す電流量が少なくて済むので、信頼性を向上させることができます。低消費電力化として、赤色の発光性の画素と緑色の発光性の画素とを三重項励起発光材料で形成し、青色の発光性の画素を一重項励起発光材料で形成しても良い。人間の視感度が高い緑色の発光素子も三重項励起発光材料で形成することで、より低消費電力化を図ることができます。

【0112】

三重項励起発光材料の一例としては、金属錯体をドーパントとして用いたものがあり、第三遷移系列元素である白金を中心金属とする金属錯体、イリジウムを中心金属とする金属錯体などが知られている。三重項励起発光材料としては、これらの化合物に限られることはなく、上記構造を有し、且つ中心金属に周期表の8～10属に属する元素を有する化合物を用いることも可能である。

【0113】

上記のような材料で形成した発光素子は、順方向にバイアスすることで発光する。発光素子を用いて形成する表示装置の画素は、単純マトリクス方式、若しくはアクティブマトリクス方式で駆動することができる。いずれにしても、個々の画素は、ある特定のタイミングで順方向バイアスを印加して発光させることとなるが、ある一定期間は非発光状態となっている。この非発光時間に逆方向のバイアスを印加することで発光素子の信頼性を向上させることができます。発光素子では、一定駆動条件下で発光強度が低下する劣化や、画素内で非発光領域が拡大して見かけ上輝度が低下する劣化モードがあるが、順方向及び逆方向にバイアスを印加する交流的な駆動を行うことで、劣化の進行を遅くすることができ、発光装置の信頼性を向上させることができます。

【0114】

続いて発光積層体66を覆う第1の電極101を形成する。これによって第1の電極101と発光積層体66と第2の電極106とからなる発光素子93を作製することができる。第1の電極101の形成に用いられる陰極材料としては、仕事関数の小さい（仕事関数3.8eV以下）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることが好ましい。なお、陰極材料の具体例としては、元素周期律の1族または2族に属する元素、すなわちLiやCs等のアルカリ金属、およびMg、Ca、Sr等のアルカリ土

焼成層、およびこれで図示のMg・Al、Al・LiノマリロウやITO、SiO₂、CaF₂の他、希土類金属を含む遷移金属を用いて形成することができるが、Al、Ag、ITO等の金属（合金を含む）との積層により形成することもできる。本実施の形態ではアルミニウムを陰極として用いた。

【0115】

上記のような構成を有する発光素子は、第2のドナー準位を有する層103が第2の電極に接して設けられていることから、第2の電極を作成する材料を選択する際、仕事関数を考慮する必要が無くなる。第2の電極を作成する材料を選択する際、材料選択の幅が広がる。これにより、より当該発光装置が有する構成に適した材料を使用することが出来るようになる。

【0116】

なお、本実施の形態では、接続部61aに電気的に接続している電極は第2の電極106であったが、接続部61aに電気的に接続している電極は第1の電極101であっても良い。この場合は第1の電極101を覆って第1のドナー準位を有する層102、発光積層体104、アクセプタ準位を有する層105、第2のドナー準位を有する層103の順々の層を積層すればよい。

【0117】

その後、プラズマCVD法により窒素を含む酸化珪素膜を第2のバッシベーション膜として形成する。窒素を含む酸化珪素膜を用いる場合には、プラズマCVD法でSiH₄、N₂O、NH₃から作製される酸化窒化ケイ素膜、またはSiH₄、N₂Oから作製される酸化窒化ケイ素膜、あるいはSiH₄、N₂OをArで希釈したガスから形成される酸化窒化ケイ素膜を形成すれば良い。

【0118】

また、第1のバッシベーション膜としてSiH₄、N₂O、H₂から作製される酸化窒化水素化ケイ素膜を適用しても良い。もちろん、第1のバッシベーション膜は単層構造に限定されるものではなく、他のケイ素を含む絶縁層を単層構造、もしくは積層構造として用いても良い。また、窒化炭素膜と窒化ケイ素膜の多層膜やスチレンポリマーの多層膜、窒化ケイ素膜やダイヤモンドライカーボン膜を窒素を含む酸化珪素膜の代わりに形成してもよい。

【0119】

続いて発光素子を水などの劣化を促進する物質から保護するために、表示部の封止を行う。対向基板を封止に用いる場合は、絶縁性のシール材により、外部接続部が露出するよう貼り合わせる。対向基板と素子基板との間の空間には乾燥した窒素などの不活性気体を充填しても良いし、シール材を画素部全面に塗布しそれにより対向基板を貼り合わせても良い。シール材には紫外線硬化樹脂などを用いると好適である。シール材には乾燥剤や基板間のギャップを一定に保つための粒子を混入しても良い。続いて外部接続部にフレキシブル配線基板を貼り付けることによって、表示装置が完成する。

【0120】

以上のように作製した表示装置の構成の1例を図6参照しながら説明する。なお、形が異なっていても同様の機能を示す部分には同じ符号を付し、その説明を省略する部分もある。本実施の形態では、LDD構造を有する薄膜トランジスタ70が接続部61aを介して発光素子93に接続している。

【0121】

図6(A)は第1の電極101が透光性を有する導電膜により形成されており、基板50側に発光積層体66より発せられた光が取り出される構造である。なお94は対向基板であり、発光素子93が形成された後、シール材などを用い、基板50に固着される。対向基板94と素子との間に透光性を有する樹脂88等を充填し、封止することによって発光素子93が水分により劣化することを防ぐ事ができる。また、樹脂88が吸湿性を有していることが望ましい。さらに樹脂88中に透光性の高い乾燥剤89を分散させるとさらに水分の影響を抑えることが可能になるためさらに望ましい形態である。

図6 (B) は第1の電極101と第2の電極106両方が透光性を有する導電膜により形成されており、基板50及び対向基板94の両方に光を取り出すことが可能な構成となっている。また、この構成では基板50と対向基板94の外側に偏光板90を設けることによって画面が透けてしまうことを防ぐことができ、視認性が向上する。偏光板90の外側には保護フィルム91を設けると良い。

[0 1 2 3]

なお、表示機能を有する本発明の表示装置には、アナログのビデオ信号、デジタルのビデオ信号のどちらを用いてもよい。デジタルのビデオ信号を用いる場合はそのビデオ信号が電圧を用いているものと、電流を用いているものとに分けられる。発光素子の発光時ににおいて、画素に入力されるビデオ信号は、定電圧のものと、定電流のものがあり、ビデオ信号が定電圧のものには、発光素子に印加される電圧が一定のものと、発光素子に流れる電流が一定のものとがある。またビデオ信号が定電流のものには、発光素子に印加される電圧が一定のものと、発光素子に流れる電流が一定のものとがある。この発光素子に印加される電圧が一定のものは定電圧駆動であり、発光素子に流れる電流が一定のものは定電流駆動である。定電流駆動は、発光素子の抵抗変化によらず、一定の電流が流れる。本発明の発光表示装置及びその駆動方法には、電圧のビデオ信号、電流のビデオ信号のどちらを用いてもよく、また定電圧駆動、定電流駆動のどちらを用いてもよい。

[0 1 2 4]

本実施の形態のような方法で形成された本発明の表示装置は当該発光装置が有する発光素子の第2の電極106の材料を選択する際、仕事関数を考慮する必要が無くなる。また、第2の電極106を作成する材料を選択する際、材料選択の幅が広がる。これにより、より当該発光素子が有する構成に適した材料を使用することが出来るようになる。

[0 1 2 5]

本実施の形態は実施の形態1乃至実施の形態4の適当な構成と組み合わせて用いることが可能である。

[0 1 2 6]

(実施の形態6)

本実施の形態では、本発明の一形態に相当する発光装置のパネルの外観について図7を用いて説明する。図7は基板上に形成されたトランジスタおよび発光素子を対向基板4006との間に形成したシール材によって封止したパネルの上面図であり、図7(B)は図7(A)の断面図に相応する。また、このパネルに搭載されている発光素子の有する構造は、電極に接する層がドナー準位を有する層であり、発光積層体とアクセプタ準位を有する層がドナー準位を有する層で挟まれた構造となっている。

[9 1 2 7]

基板4001上に設けられた画素部4002と信号線駆動回路4003と走査線駆動回路4004とを囲むようにして、シール材4005が設けられている。また、画素部4002と信号線駆動回路4003と、走査線駆動回路4004の上に対向基板4006が設けられている。よって画素部4002と信号線駆動回路4003と、走査線駆動回路4004とは基板4001とシール材4005と対向基板4006とによって充填材4007と共に密封されている。

[0 1 2 8]

また、基板4001上に設けられた画素部4002と信号線駆動回路4003と走査線駆動回路4004とは薄膜トランジスタを複数有しており、図7(B)では信号線駆動回路4003に含まれる薄膜トランジスタ4008と、画素部4002に含まれる薄膜トランジスタ4010とを示す。

[0 1 2 9]

また、発光素子4011は、薄膜トランジスタ4010と電気的に接続されている。

[0 1 3 0]

また、引き回し配線 4 0 1 4 は画素部 4 0 0 2 と信号線駆動回路 4 0 0 3 と、走査線駆

動凹部 4 0 0 4 に、 16 ワ、 17 ワには電極電圧を増大させるための印字に付与する。 18 ワ凹部配線 4 0 1 4 は、引き回し配線 4 0 1 5 a 及び引き回し配線 4 0 1 5 b を介して接続端子 4 0 1 6 と接続されている。接続端子 4 0 1 6 はフレキシブルプリントサーキット (FPC) 4 0 1 8 が有する端子と異方性導電膜 4 0 1 9 を介して電気的に接続されている。

【0 1 3 1】

なお、充填材 4 0 0 7 としては窒素やアルゴンなどの不活性な気体の他に、紫外線硬化樹脂または熱硬化樹脂を用いることができ、ポリビニルクロライド、アクリル、ポリイミド、エボキシ樹脂、シリコン樹脂、ポリビニルブチラル、またはエチレンビニレンアセテートを用いることができる。

【0 1 3 2】

なお、本発明の発光装置は発光素子を有する画素部が形成されたパネルと、該パネルにICが実装されたモジュールとをその範疇に含む。

【0 1 3 3】

本実施の形態のような構成のパネル及びモジュールは、当該パネル及びモジュールが有する発光素子の第2の電極 1 0 6 の材料を選択する際、仕事関数を考慮する必要が無くなる。また、第2の電極 1 0 6 を作成する材料を選択する際、材料選択の幅が広がる。これにより、当該発光素子が有する構成及び求める性能に適した材料を使用することが出来、簡便に表示品質の高いパネル及びモジュールとすることができる。

【0 1 3 4】

本実施の形態は実施の形態1乃至実施の形態5の適当な構成と組み合わせて用いることが可能である。

【0 1 3 5】

(実施の形態7)

実施の形態6にその一例を示したようなモジュールを搭載した本発明の電子機器として、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオコンポ等）、コンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的にはDigital Versatile Disc (DVD) 等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうるディスプレイを備えた装置）などが挙げられる。それらの電子機器の具体例を図8に示す。

【0 1 3 6】

図8 (A) は発光表示装置でありテレビ受像器やパーソナルコンピュータのモニターなどがこれに当たる。筐体 2 0 0 1 、表示部 2 0 0 3 、スピーカー部 2 0 0 4 等を含む。本発明の発光表示装置は表示部 2 0 0 3 の有する発光素子の電極として当該発光素子が有する構成及び求める性能に適した材料を使用することが出来、表示品質の高い発光表示装置である。画素部にはコントラストを高めるため、偏光板、又は円偏光板を備えるとよい。例えば、封止基板へ 1/4 入板、 1/2 入板、偏光板の順にフィルムを設けるとよい。さらに偏光板上に反射防止膜を設けてもよい。

【0 1 3 7】

図8 (B) は携帯電話であり、本体 2 1 0 1 、筐体 2 1 0 2 、表示部 2 1 0 3 、音声入力部 2 1 0 4 、音声出力部 2 1 0 5 、操作キー 2 1 0 6 、アンテナ 2 1 0 8 等を含む。本発明の携帯電話は表示部 2 1 0 3 の有する発光素子の電極として当該発光素子が有する構成及び求める性能に適した材料を使用することが出来、表示品質の高い携帯電話である。

【0 1 3 8】

図8 (C) はコンピュータであり、本体 2 2 0 1 、筐体 2 2 0 2 、表示部 2 2 0 3 、キーボード 2 2 0 4 、外部接続ポート 2 2 0 5 、ポインティングマウス 2 2 0 6 等を含む。本発明のコンピュータは表示部 2 2 0 3 の有する発光素子の電極として当該発光素子が有する構成及び求める性能に適した材料を使用することが出来、表示品質の高いコンピュータである。図8 (C) ではノート型のコンピュータを例示したが、ハードディスクと表示部が一体化したデスクトップ型のコンピュータなどにも適用することが可能である。

図8 (D) はモバイルコンピュータであり、本体2301、表示部2302、スイッチ2303、操作キー2304、赤外線ポート2305等を含む。本発明のモバイルコンピュータは表示部2302の有する発光素子の電極として当該発光素子が有する構成及び求める性能に適した材料を使用することが出来、表示品質の高いモバイルコンピュータである。

【0140】

図8 (E) は携帯型のゲーム機であり、筐体2401、表示部2402、スピーカー部2403、操作キー2404、記録媒体挿入部2405等を含む。本発明の携帯型ゲーム機は表示部2402の有する発光素子の電極として当該発光素子が有する構成及び求める性能に適した材料を使用することが出来、表示品質の高い携帯型ゲーム機である。

【0141】

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に用いることが可能である。

(実施の形態8)

【0142】

図9には下面発光、両面発光、上面発光の例を示した。実施の形態2に作成工程を記載した構造は図9 (C) の構造に相当する。図9 (A)、(B) は図9 (C) における第1の層間絶縁層900を自己平坦性を有する材料で形成し、薄膜トランジスタ901に接続する配線と発光素子の第1の電極101を同じ層間絶縁層上に形成した場合の構成である。図9 (A) は発光素子の第1の電極101のみを透光性を有する材料で形成し、発光装置の下部に向かって光が射出する下面発光の構成、図9 (B) はITOやITSO、IZOなど透光性を有する材料を第2の電極106として形成することで図9 (B) のように両面より光を取り出すことのできる両面発光の発光表示装置を得ることが可能となる。なお、アルミニウムや銀など厚膜で形成すると非透光性であるが、薄膜化すると透光性を有するようになるため、アルミニウムや銀の透光性を有する程度の薄膜で第2の電極106を形成しても両面発光とすることができる。

【0143】

(実施の形態9)

【0144】

本実施の形態では、実施の形態6で示したパネル、モジュールが有する画素回路、保護回路及びそれらの動作について説明する。なお、図4、図5に示してきた断面図は駆動用TFT1403と発光素子1405の断面図となっている。

【0145】

図10 (A) に示す画素は、列方向に信号線1410及び電源線1411、1412、行方向に走査線1414が配置される。また、スイッチング用TFT1401、駆動用TFT1403、電流制御用TFT1404、容量素子1402及び発光素子1405を有する。

【0146】

図10 (C) に示す画素は、駆動用TFT1403のゲート電極が、行方向に配置された電源線1412に接続される点が異なっており、それ以外は図10 (A) に示す画素と同じ構成である。つまり、図10 (A) (C) に示す両画素は、同じ等価回路図を示す。しかしながら、行方向に電源線1412が配置される場合(図10 (A))と、列方向に電源線1412が配置される場合(図10 (C))とでは、各電源線は異なるレイヤーの導電膜で形成される。ここでは、駆動用TFT1403のゲート電極が接続される配線に注目し、これらを作製するレイヤーが異なることを表すために、図10 (A) (C) として分けて記載する。

【0147】

図10 (A) (C) に示す画素の特徴として、画素内に駆動用TFT1403と電流制御用TFT1404が直列に接続されており、駆動用TFT1403のチャネル長L (1

400ノ、チャネル幅W(1404)は、L(1403)/W(1403):L(1404)/W(1404)=5~6000:1を満たすように設定するとよい。

【0148】

なお、駆動用TFT1403は、飽和領域で動作し発光素子1405に流れる電流値を制御する役目を有し、電流制御用TFT1404は線形領域で動作し発光素子1405に対する電流の供給を制御する役目を有する。両TFTは同じ導電型を有していると作製工程上好ましく、本実施の形態ではnチャネル型TFTとして形成する。また駆動用TFT1403には、エンハンスマント型だけでなく、ディブリーション型のTFTを用いてもよい。上記構成を有する本発明は、電流制御用TFT1404が線形領域で動作するために、電流制御用TFT1404のVgsの僅かな変動は、発光素子1405の電流値に影響を及ぼさない。つまり、発光素子1405の電流値は、飽和領域で動作する駆動用TFT1403により決定することができる。上記構成により、TFTの特性バラツキに起因した発光素子の輝度ムラを改善して、画質を向上させた表示装置を提供することができる。

【0149】

図10(A)~(D)に示す画素において、スイッチング用TFT1401は、画素に対するビデオ信号の入力を制御するものであり、スイッチング用TFT1401がオンとなると、画素内にビデオ信号が入力される。すると、容量素子1402にそのビデオ信号の電圧が保持される。なお図10(A)~(C)には、容量素子1402を設けた構成を示したが、本発明はこれに限定されず、ビデオ信号を保持する容量がゲート容量などでまかなくともよい。

【0150】

図10(B)に示す画素は、TFT1406と走査線1414を追加している以外は、図10(A)に示す画素構成と同じである。同様に、図10(D)に示す画素は、TFT1406と走査線1414を追加している以外は、図10(C)に示す画素構成と同じである。

【0151】

TFT1406は、新たに配置された走査線1414によりオン又はオフが制御される。TFT1406がオンとなると、容量素子1402に保持された電荷は放電し、電流制御用TFT1404がオフとなる。つまり、TFT1406の配置により、強制的に発光素子1405に電流が流れない状態を作ることができる。そのためTFT1406を消去用TFTと呼ぶことができる。従って、図10(B)~(D)の構成は、全ての画素に対する信号の書き込みを待つことなく、書き込み期間の開始と同時に点灯期間を開始することができるため、デューティ比を向上することが可能となる。

【0152】

図10(E)に示す画素は、列方向に信号線1410、電源線1411、行方向に走査線1414が配置される。また、スイッチング用TFT1401、駆動用TFT1403、容量素子1402及び発光素子1405を有する。図10(F)に示す画素は、TFT1406と走査線1415を追加している以外は、図7(E)に示す画素構成と同じである。なお、図10(F)の構成も、TFT1406の配置により、デューティ比を向上することが可能となる。

【0153】

以上のように、多様な画素回路を採用することができる。特に、非晶質半導体膜から薄膜トランジスタを形成する場合、駆動用TFT1403の半導体膜を大きくすると好ましい。そのため、上記画素回路において、電界発光層からの光が封止基板側から射出する上面発光型とすると好ましい。

【0154】

このようなアクティブマトリクス型の発光装置は、画素密度が増えた場合、各画素にTFTが設けられているため低電圧駆動でき、有利であると考えられている。

本実施の形態では、一画素に各 TFT が設けられるアクティブマトリクス型の発光装置について説明したが、一列毎に TFT が設けられるパッシブマトリクス型の発光装置を形成することもできる。パッシブマトリクス型の発光装置は、各画素に TFT が設けられていないため、高開口率となる。発光が電界発光層の両側へ射出する発光装置の場合、パッシブマトリクス型の表示装置を用いる透過率が高まる。

【0156】

これらののような画素回路をさらに有する本発明の表示装置は、当該表示装置の有する発光素子の電極として当該発光素子が有する構成及び求める性能に適した材料を使用することが出来る上、上記各々の特徴を有する表示装置とすることができる。

【0157】

続いて、図 10 (E) に示す等価回路を用い、走査線及び信号線に保護回路としてダイオードを設ける場合について説明する。

【0158】

図 11 には、画素部 1500 にスイッチング用 TFT 1401、1403、容量素子 1402、発光素子 1405 が設けられている。信号線 1410 には、ダイオード 1561 と 1562 が設けられている。ダイオード 1561 と 1562 は、スイッチング用 TFT 1401 又は 1403 と同様に、上記実施の形態に基づき作製され、ゲート電極、半導体層、ソース電極及びドレイン電極等を有する。ダイオード 1561 と 1562 は、ゲート電極と、ドレイン電極又はソース電極とを接続することによりダイオードとして動作させている。

【0159】

ダイオードと接続する共通電位線 1554、1555 はゲート電極と同じレイヤーで形成している。従って、ダイオードのソース電極又はドレイン電極と接続するには、ゲート絶縁層にコンタクトホールを形成する必要がある。

【0160】

走査線 1414 に設けられるダイオードも同様な構成である。

【0161】

このように、本発明によれば、入力段に設けられる保護ダイオードを同時に形成することができる。なお、保護ダイオードを形成する位置は、これに限定されず、駆動回路と画素との間に設けることもできる。

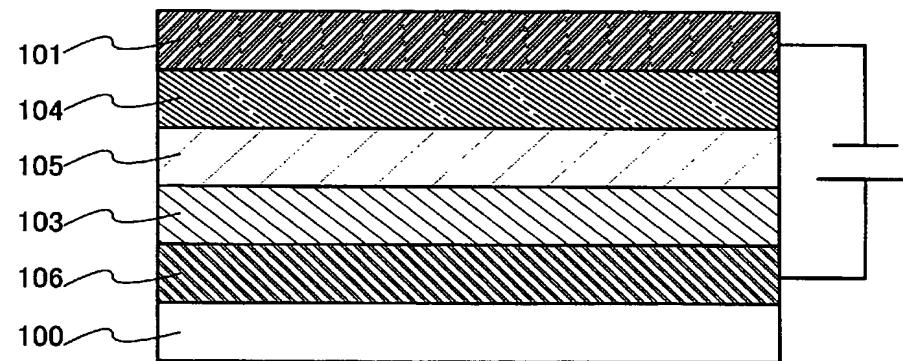
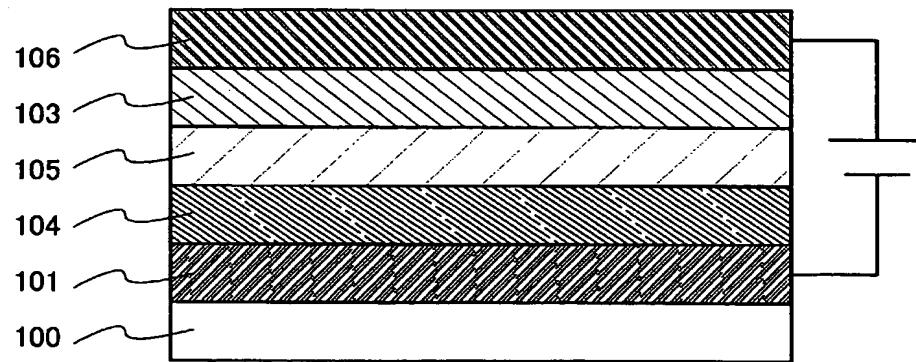
【0162】

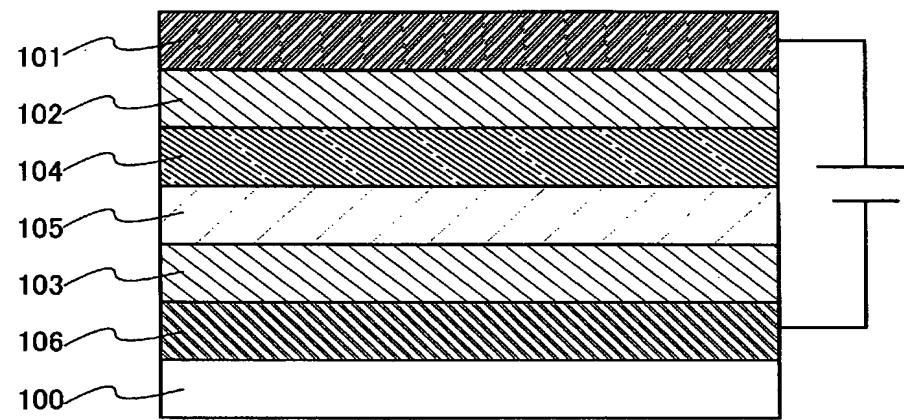
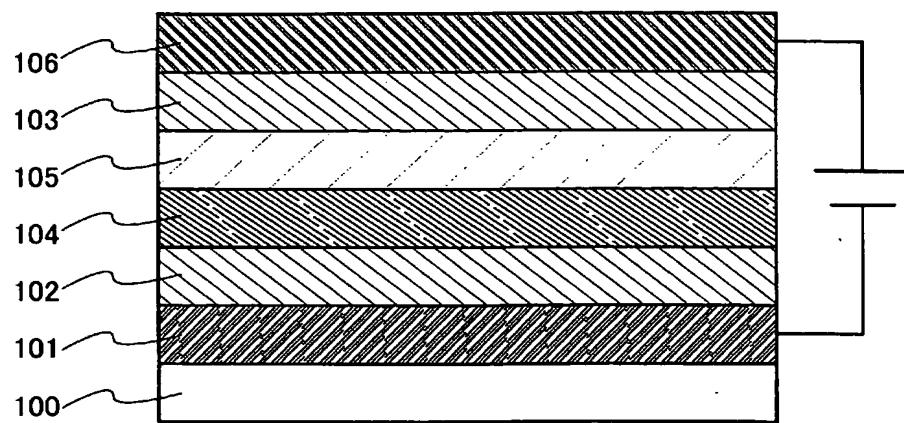
このような保護回路を有する本発明の表示装置は、当該表示装置の有する発光素子の電極として当該発光素子が有する構成及び求める性能に適した材料を使用することが出来る上、上記、表示装置としての信頼性も高めることが可能となる。

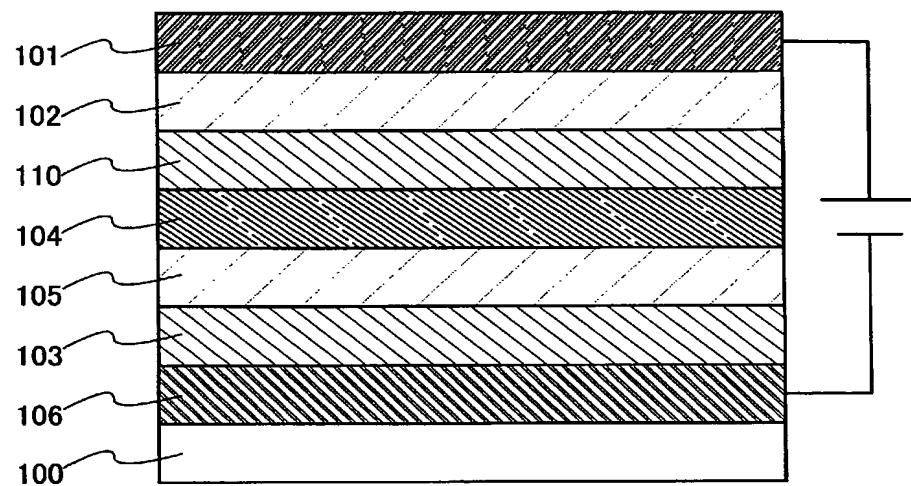
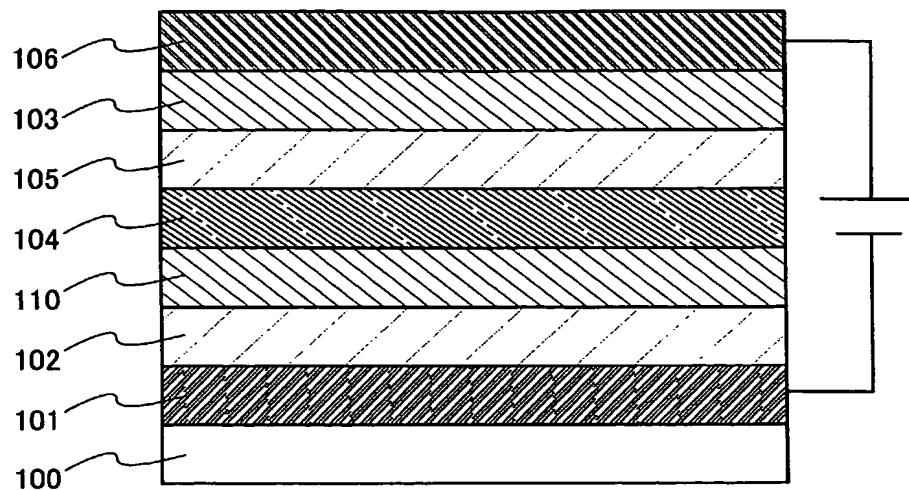
【図面の簡単な説明】

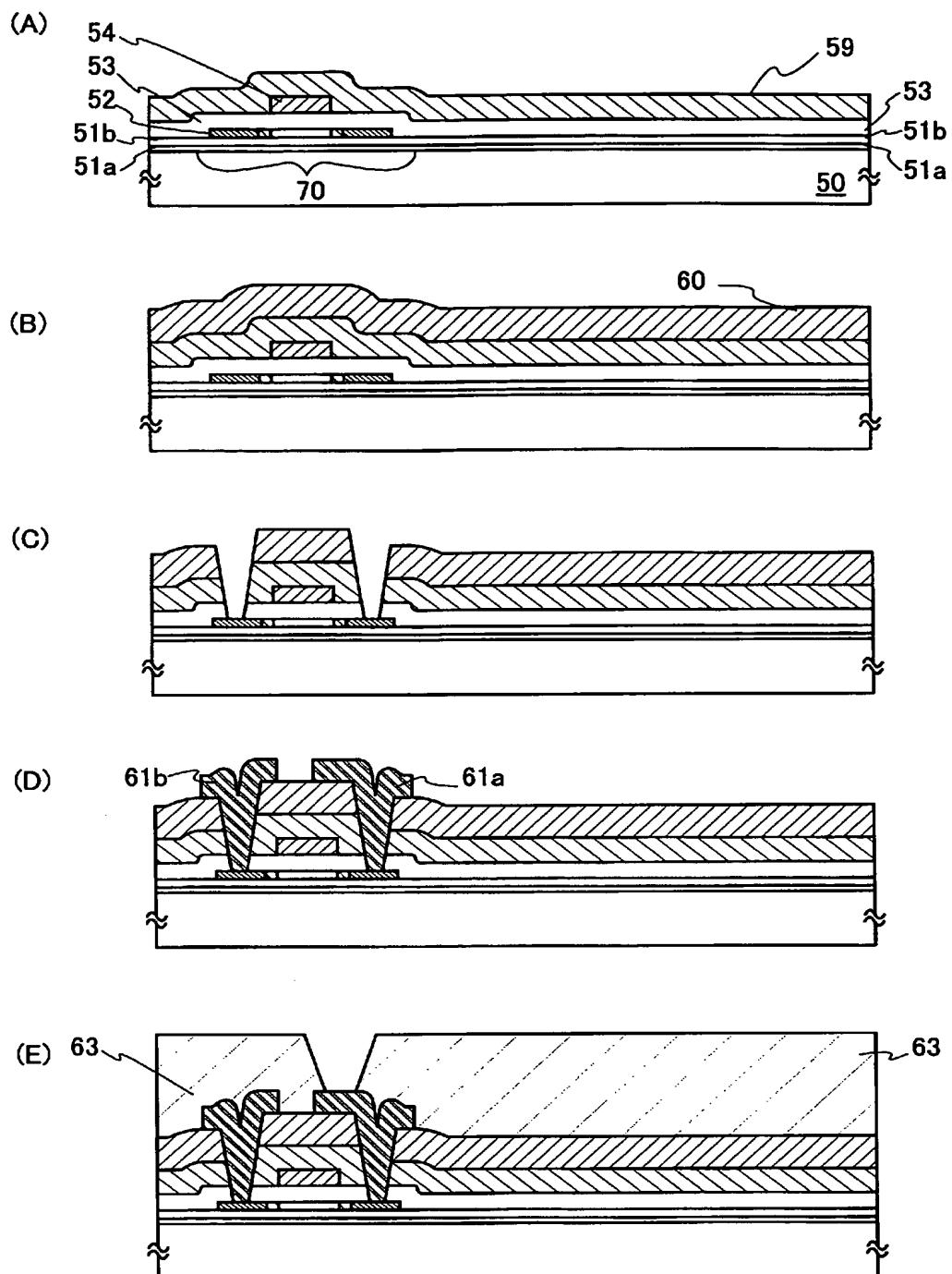
【0163】

- 【図 1】本発明の発光装置を表す図（実施の形態 1）。
- 【図 2】本発明の発光装置を表す図（実施の形態 2）。
- 【図 3】本発明の発光装置を表す図（実施の形態 3）。
- 【図 4】本発明の薄膜発光素子の作成工程を表す図。
- 【図 5】本発明の薄膜発光素子の作成工程を表す図。
- 【図 6】表示装置の構成を例示した図。
- 【図 7】本発明の発光装置の上面図及び断面図。
- 【図 8】本発明が適用可能な電子機器の例示した図。
- 【図 9】表示装置の構成を例示した図。
- 【図 10】表示装置の画素回路一例を示す図。
- 【図 11】表示装置の保護回路の一例を示す図。

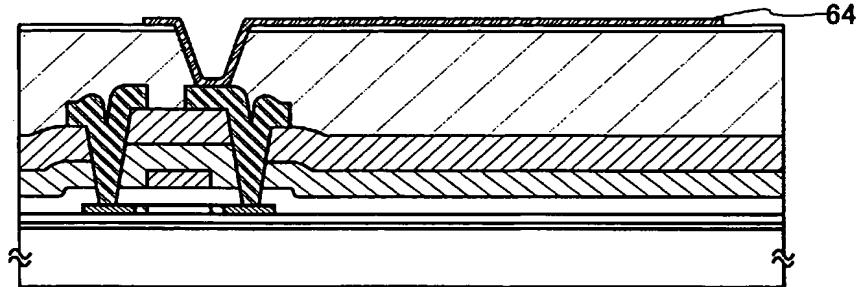




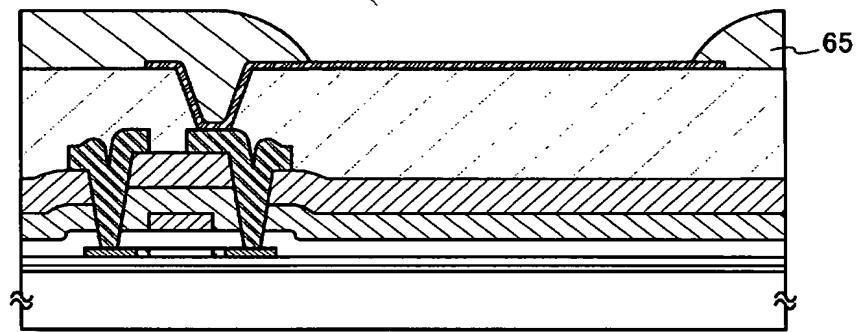




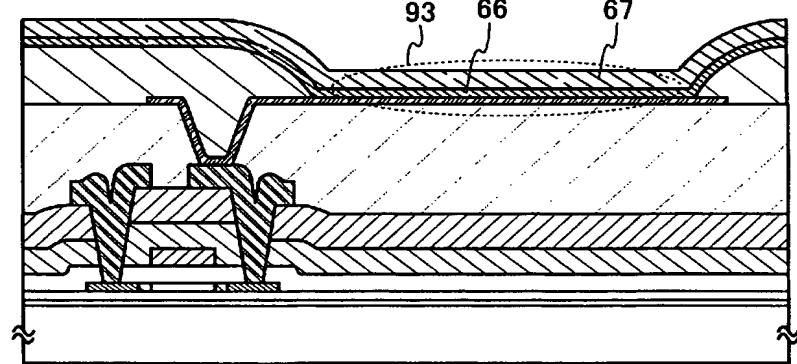
(A)



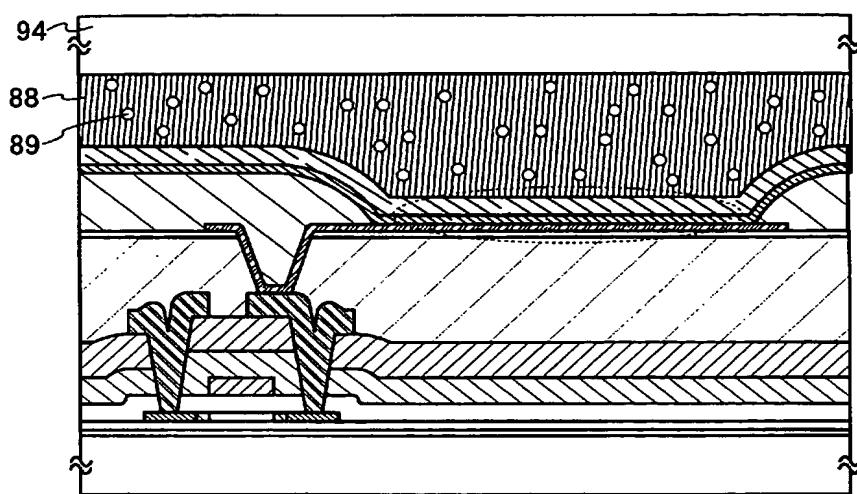
(B)



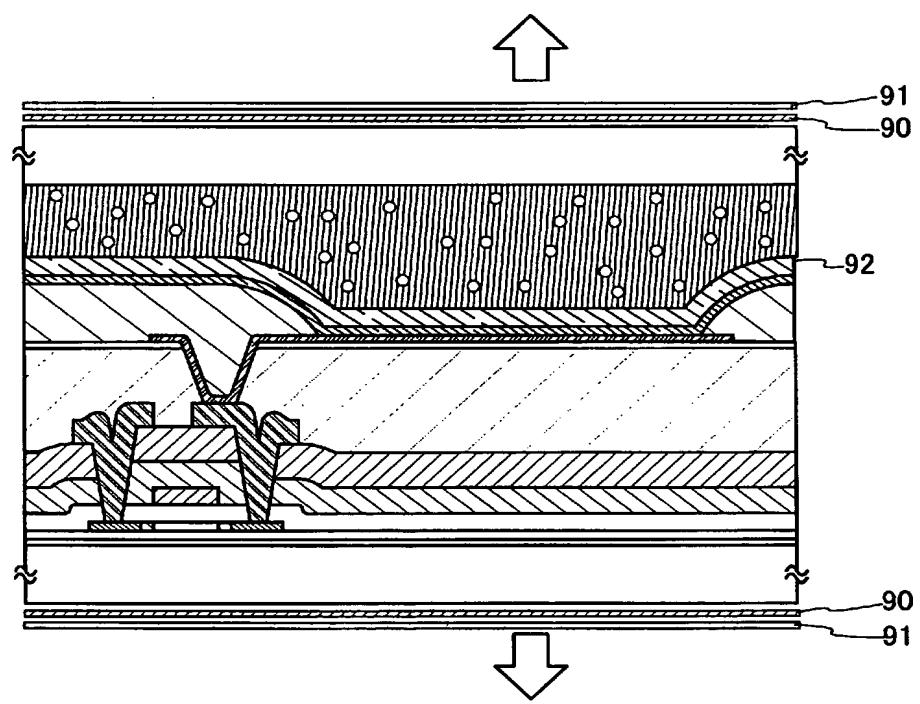
(C)



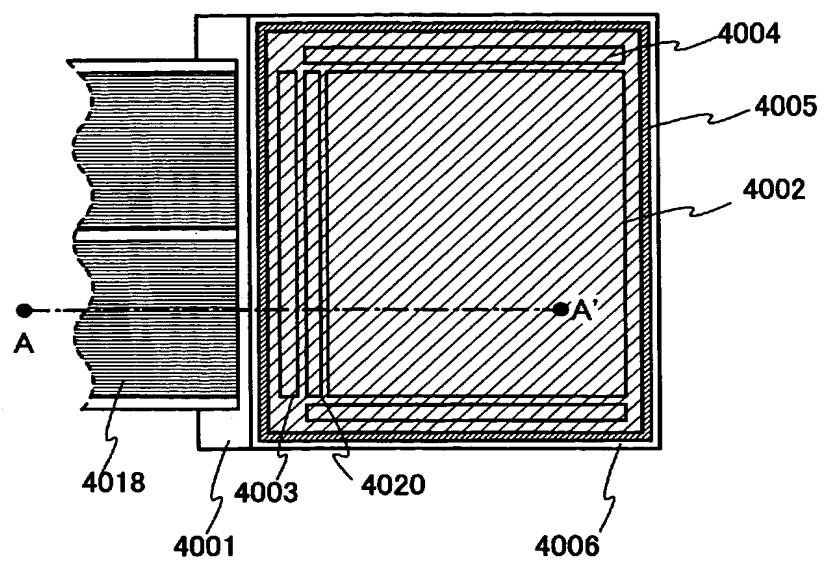
(A)



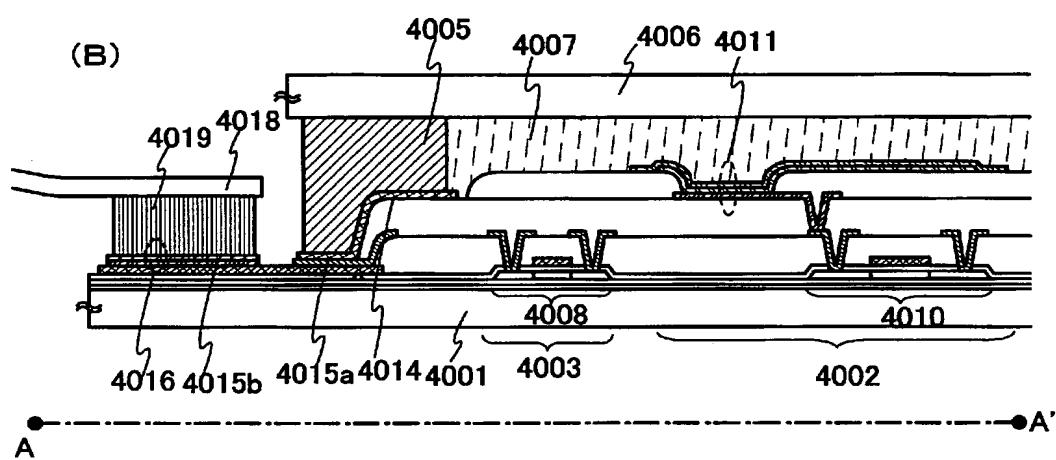
(B)

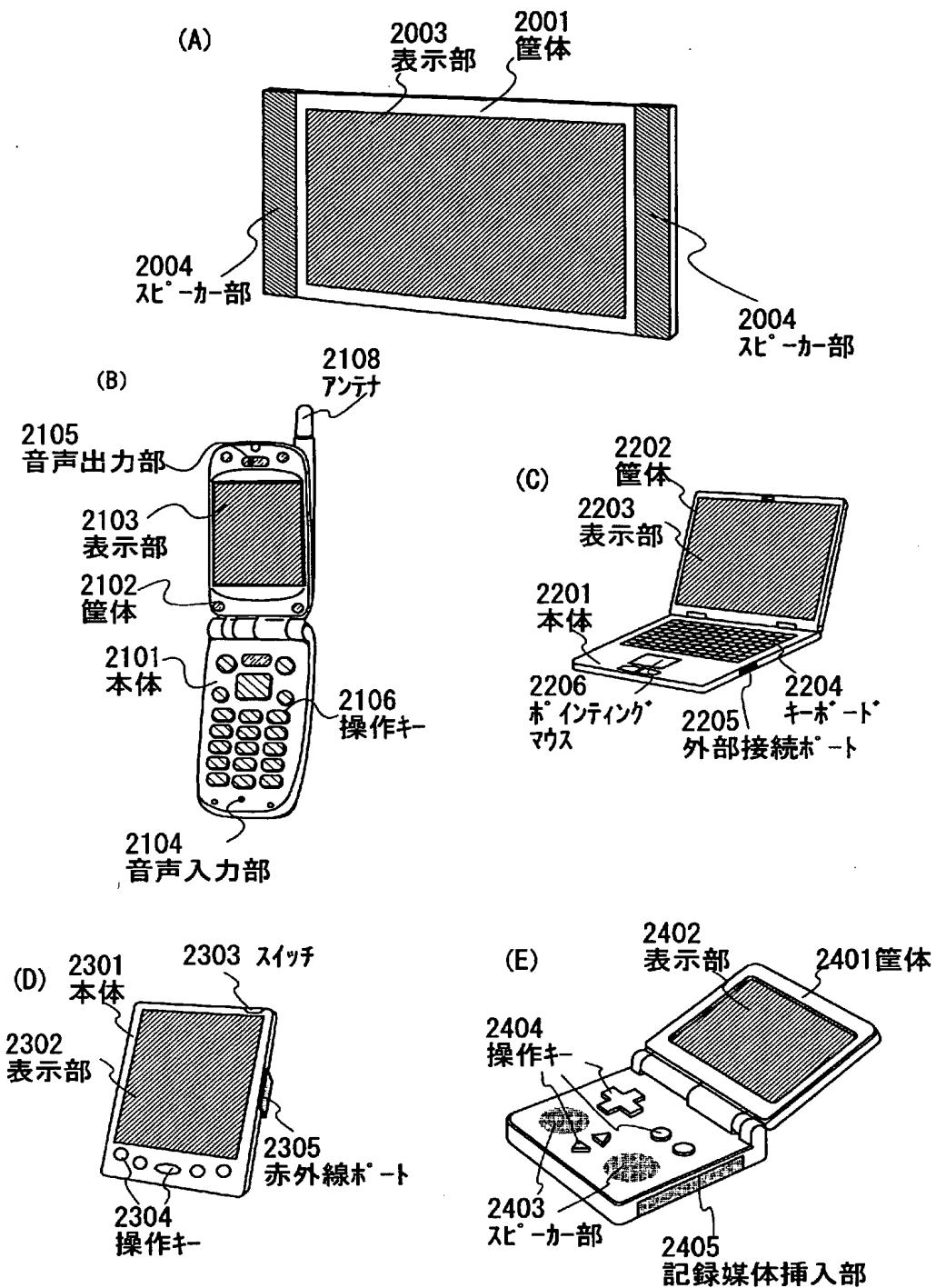


(A)

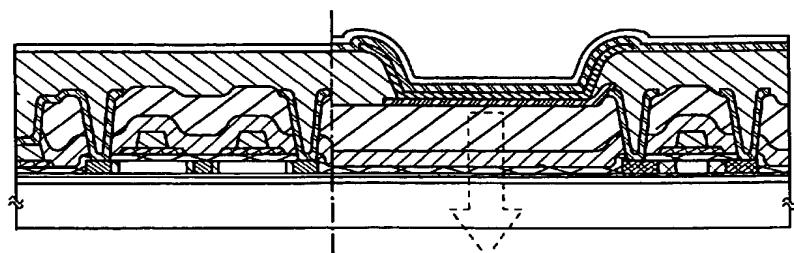


(B)

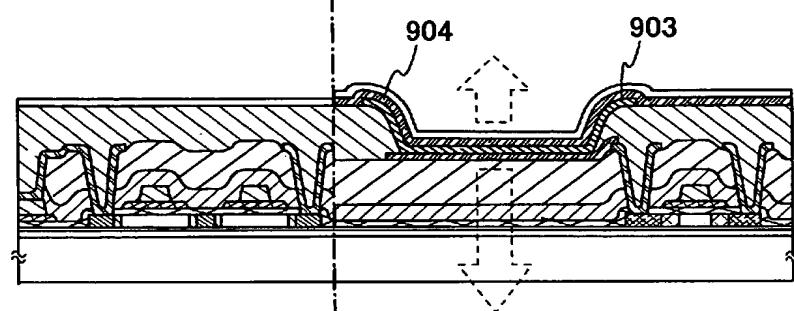




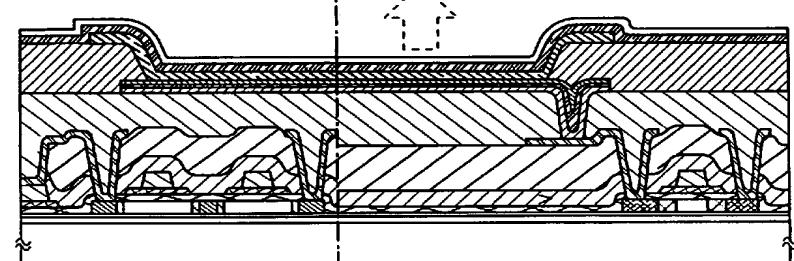
(A)

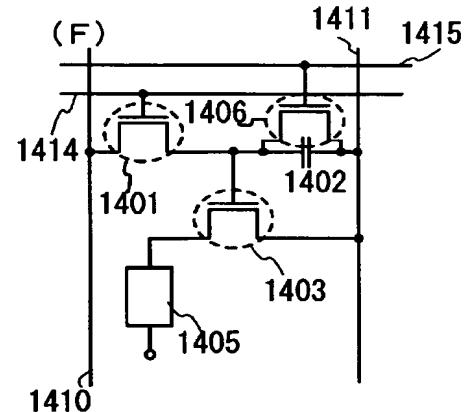
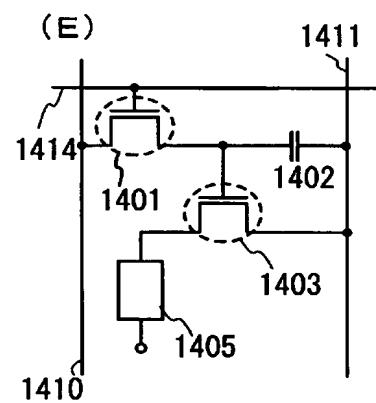
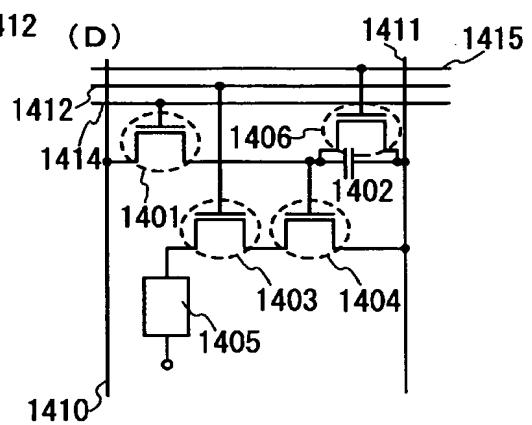
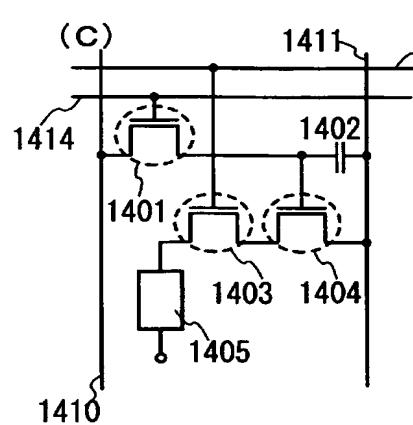
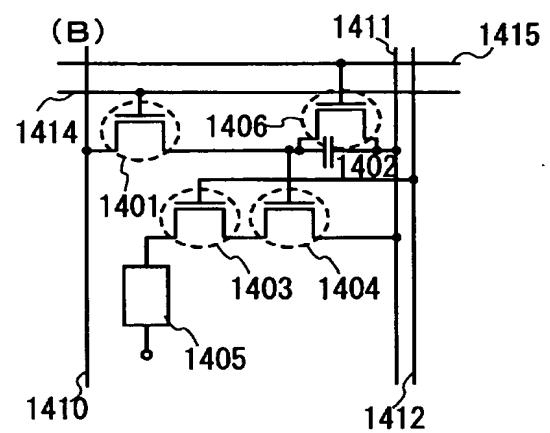
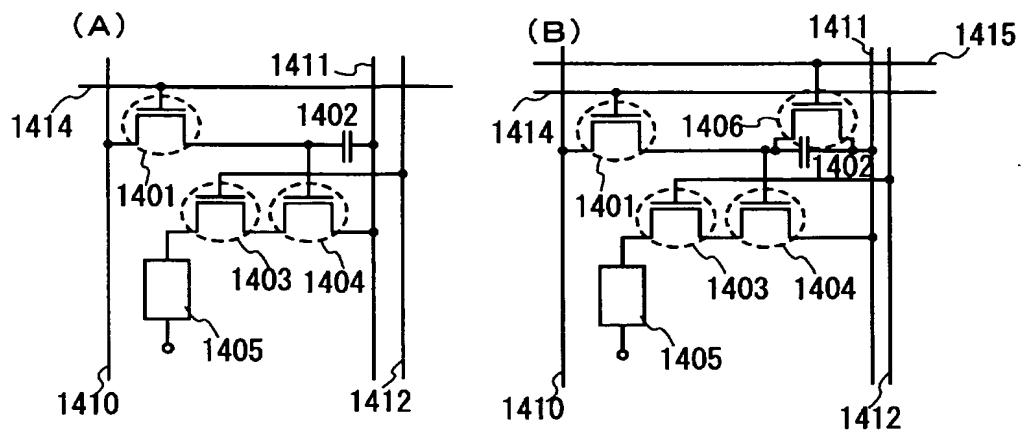


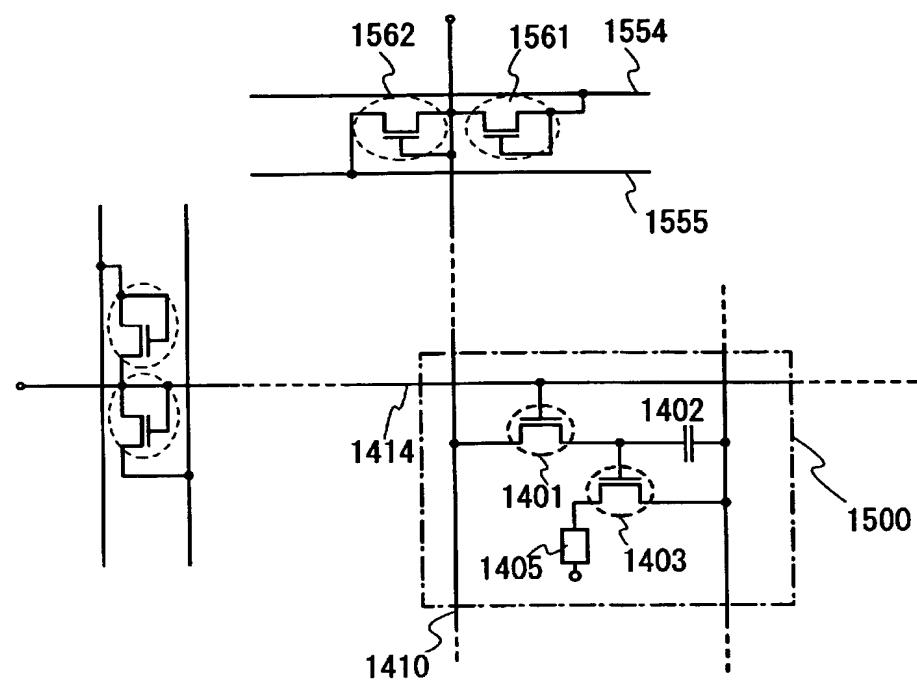
(B)



(C)







【要約】

【課題】 本発明では電極の仕事関数を考慮しなくとも良くなるような発光素子又は発光装置を提供することを課題とする。また、電極材料の選択の幅を広げることが可能な発光素子又は発光装置を提供することを課題とする。

【解決手段】 本発明の発光装置における構成の一は、対向して設けられた第1の電極と第2の電極との間に、第1の層と、第2の層と、第3の層とを有し、第1の層とはドナー準位を有する層であり、第2の層は発光物質を含む層を含む単層もしくは積層体であり、第3の層はアクセプタ準位を有する層であり、第1の層、第2の層、第3の層及び第4の層は順番に積層されており、第1の電極は第1の層に接して設けられており、第2の電極は第3の層に接して設けられており、第1の電極の電位を第2の電極の電位より高くなるようにかけた際、第2の層から発生した正孔が第3の層に注入されるように接合されていることを特徴とする。

【選択図】 なし

000153878

19900817

新規登録

神奈川県厚木市長谷398番地
株式会社半導体エネルギー研究所

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/017076

International filing date: 09 September 2005 (09.09.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-278259
Filing date: 24 September 2004 (24.09.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 13 October 2005 (13.10.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.